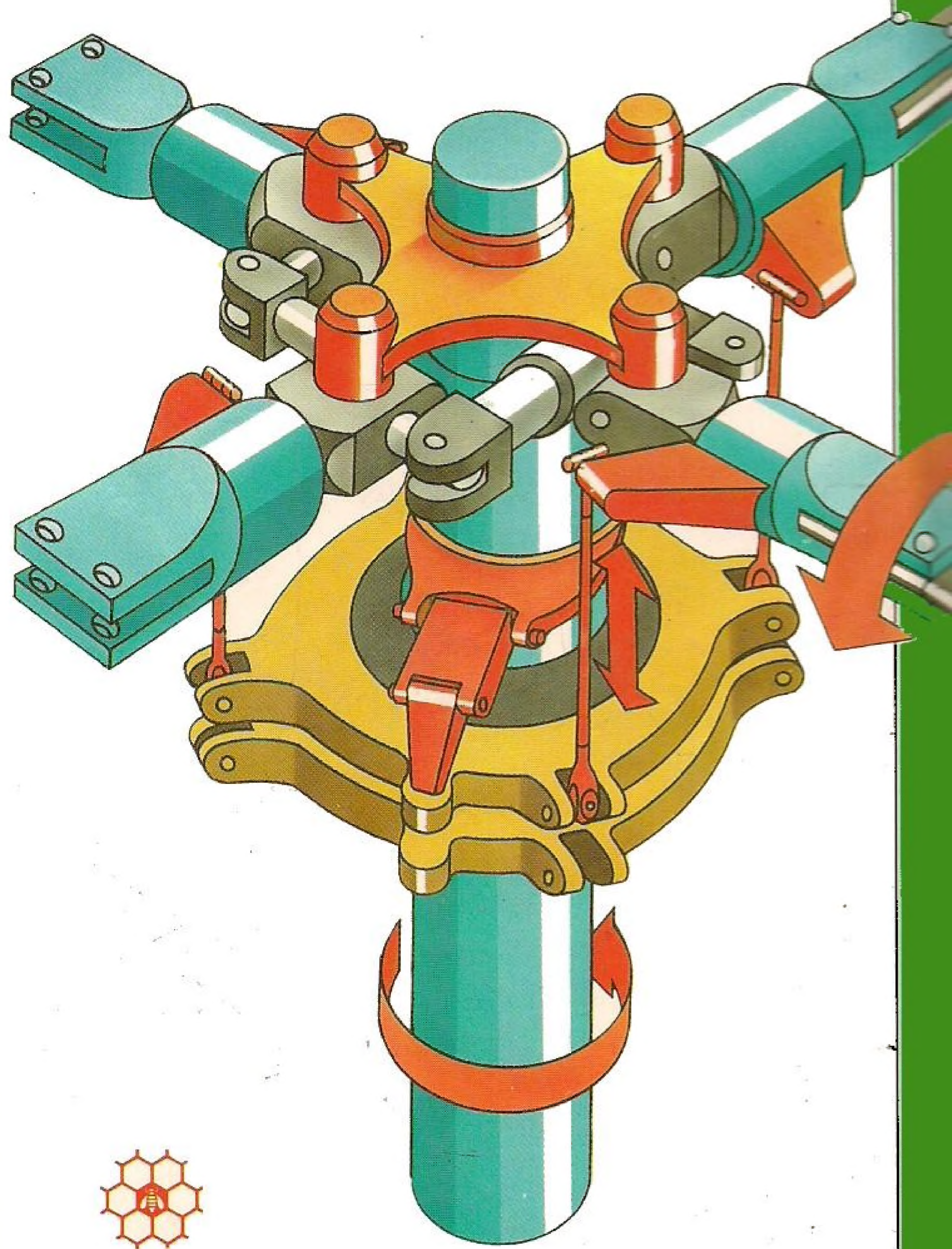


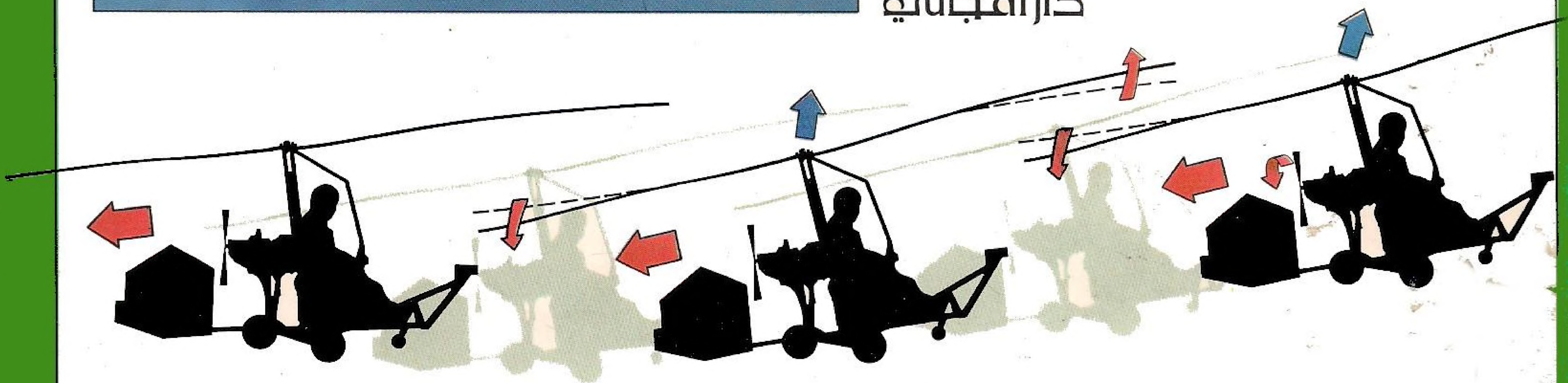
# كيفية تعلم

# الطوافات

ايان غراهام



دار المجانيه





# لصالح موقع عرب كوميكس - Arab Comecs

لقد قمت بالمسح الالكتروني لهذا الكتاب وكذلك تنسيق الصور والصفحات وتحويل الصور الى ملف بي دي اف ورفع الملف على الانترنت وكان هدفي الوحيد النهوض بالامة الاسلامية والعربية لما فيه مصلحتها . ولقد قمت بهذا العمل لوجه الله تعالى لما فيه رفعة العرب و المسلمين وتقدمهم .  
أخوكم :

الاستاذ أشرف عمر أحمد سمور

فلسطين - طولكرم

« أدعو لي بالتوفيق والنجاح في الدنيا والاخرة »



الطوائف

ایان غراهام

© جميع حقوق الطبعة العربية محفوظة  
لمنشورات دار المجاني ش م ل، بيروت

توزيع المكتبة الشرقية  
ص.ب.: ١٩٨٦، بيروت - لبنان

صدر هذا الكتاب بالانكليزية عن دار:

Aladdin Books Ltd (London), 1989  
HELICOPTERS  
by IAN GRAHAM  
Design David West  
Children's Book Design  
Researcher Cecilia Weston - Baker  
Illustrators Aziz Khan  
Ron Hayward Associates

## فهرس المحتويات

٤	القطع العاملة
٧	نماذج مختلفة
٨	توليد الطاقة
١١	الإقلاع
١٣	التحويم
١٤	الطيران إلى الأمام
١٧	المناورات
١٩	الهبوط
٢١	أجهزة السيطرة
٢٣	حالات الطوارئ
٢٤	أصناف المرواح
٢٧	الطوافات المتخصصة
٢٨	تاريخ الطوافات
٣٠	مسرد لأهم المصطلحات التقنية
٣٢	فهرس المصطلحات



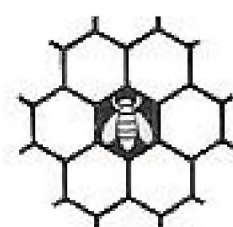
# كيفية تعلم

## العلوم

ايان غراهام



ترجمة  
جان خليل شقرا



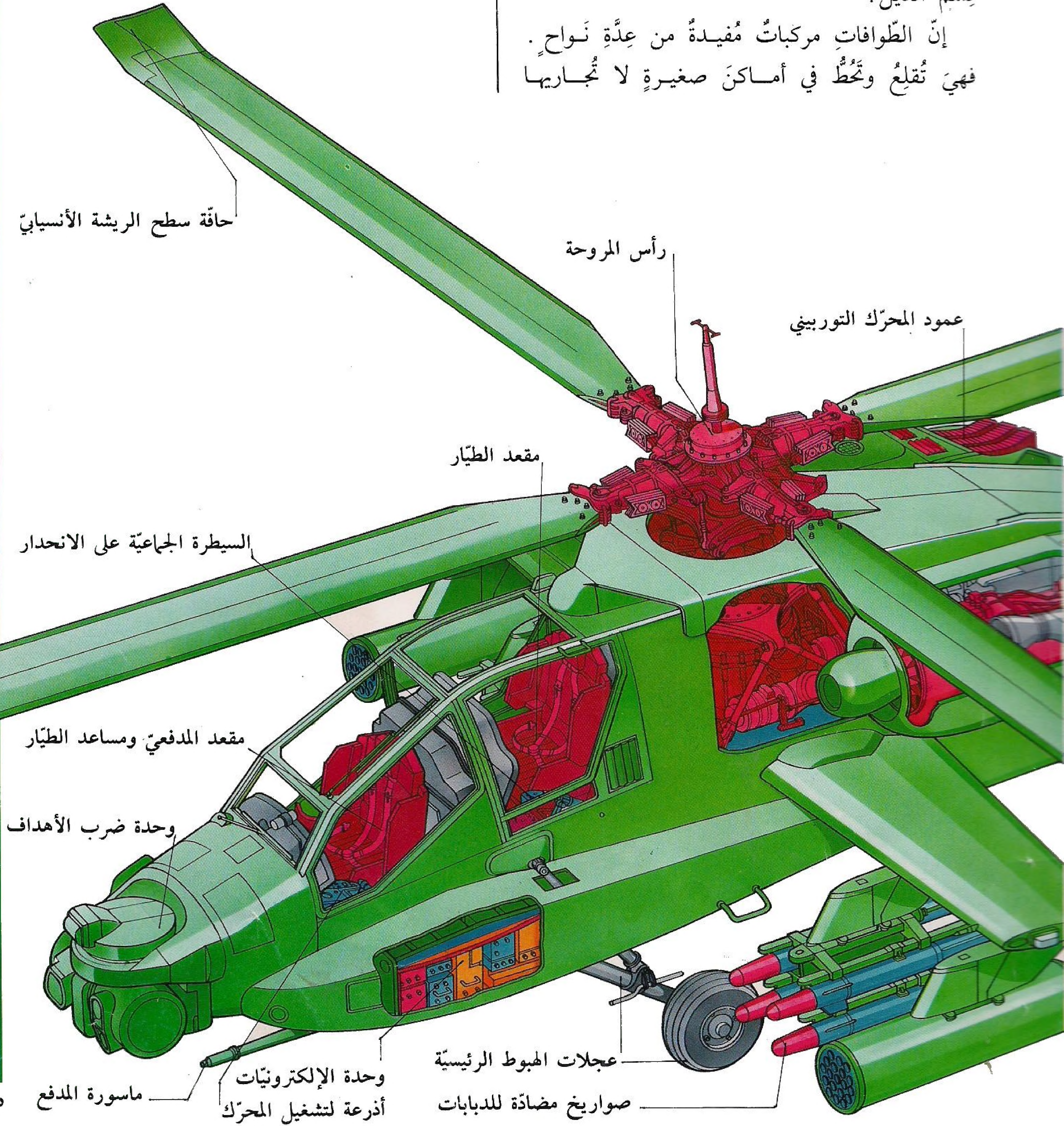
دار المجاني شمل



الطائرات التقليدية بهذا المظهر. وتحمّل كل شيء على متنها من شحن، وسلاح وركاب. والشروط المطلوبة من أجل أداء مهمتها هي التي تحدّد حجمها وشكلها وتصميم مروحتها.

تقع حجرة الطيار قبالة المحركات وتحتوي على نوافذ كبيرة تسمح للطيار أن يشاهد بكل وضوح كل ما هو أمامه وحواليه. وذراع الدفع أو العمود يمتد على طول جسم أو هيكل الطائرة وصولاً إلى قسم الذيل.

إنّ الطوافات مركبات مفيدة من عدة نواح. فهي تقلع وتحط في أماكن صغيرة لا تجارها

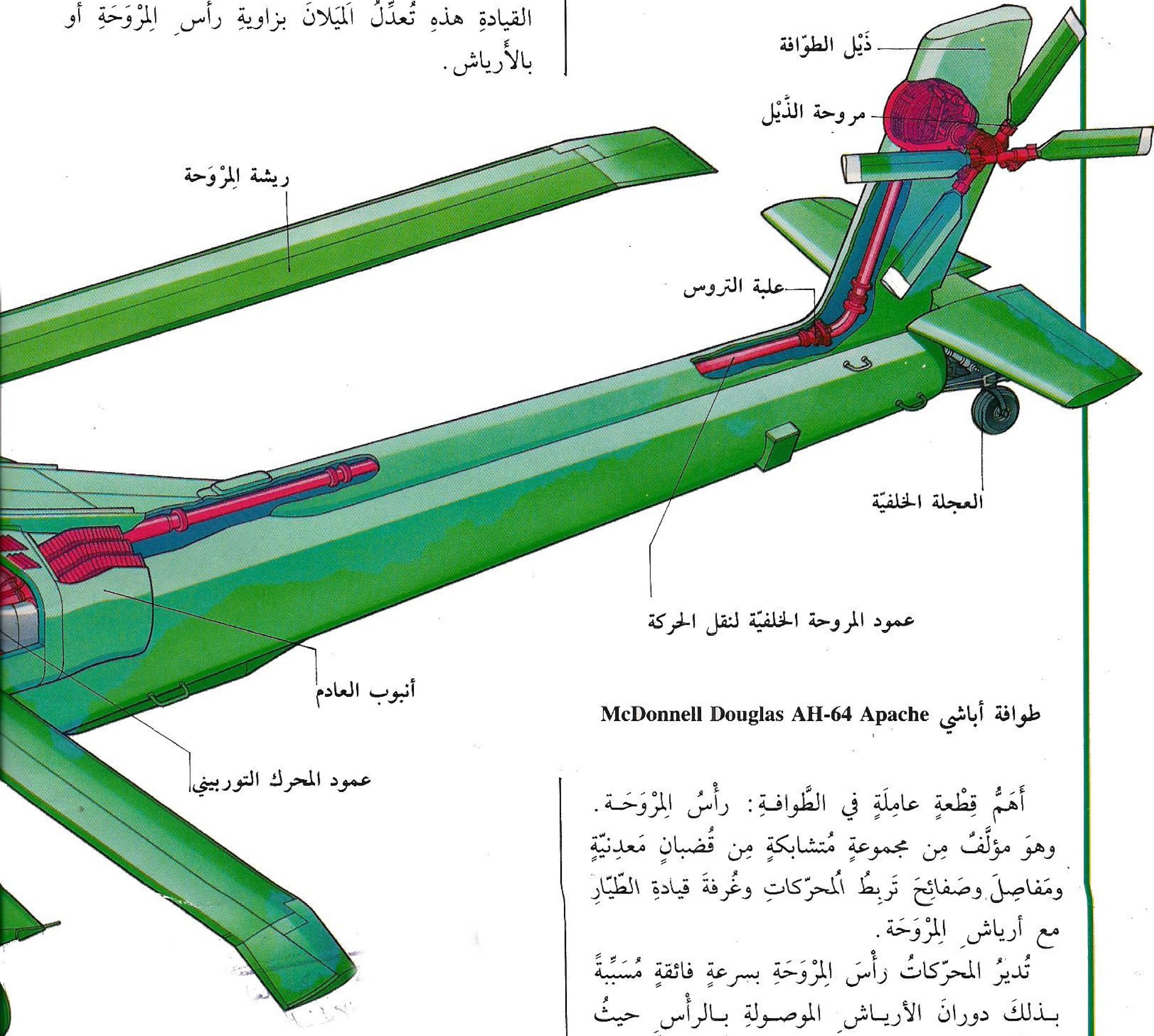




# القَطْعُ العامِلَة

الطَّوَافَةُ هي طائرةٌ قادِرَةٌ على الطَّيرانِ في أيِّ جَهَةٍ. وتَحومُ في الهواءِ دونَ حُصولِ أيِّ خَلَلٍ فيها. فَبَدَلِ الأجنحةِ الثَّابِتَةِ تَمَلِكُ جَانِحاً مُتَحَرِّكاً يُسَمَّى المِرْوَحةَ تَقومُ مقامَ الجَنَاحِ والفَرَّاشِ على الطَّائِراتِ التَّقْلِيدِيَّةِ.

كَذلكَ، يوجَدُ على الطَّوَافَةِ مِرْوَحةٌ أُخْرَى أصْغَرُ مِنَ الأُولَى، مُرَكَّبَةٌ على الذَّيْلِ تَقومُ بِمَنْعِ الطَّوَافَةِ مِنَ الدَّورانِ السَّريعِ. بِقُدْرَةِ الطَّيَّارِ أَنْ يُوجِّهَ الطَّوَافَةَ إلى جِهَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ بِالضَّغْطِ على عَصَا القِيَادَةِ في حُجْرَةِ الطَّيَّارِ. وَعَصَا القِيَادَةِ هَذِهِ تُعَدِّلُ المِيلَانَ بِزاوِيَةِ رَأْسِ المِرْوَحةِ أو بالأرْيَاشِ.



طَوافَةُ أباشي McDonnell Douglas AH-64 Apache

أَهَمُّ قِطْعَةٍ عامِلَةٍ في الطَّوَافَةِ: رَأْسُ المِرْوَحةِ. وَهُوَ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مُتَشَابِكَةٍ مِنْ قُضْبَانٍ مَعْدِنِيَّةٍ وَمَفَاصِلَ وَصَفَائِحَ تَرِبُطِ المَحْرَكَاتِ وَغُرْفَةَ قِيَادَةِ الطَّيَّارِ مَعَ أَرْيَاشِ المِرْوَحةِ.

تُديرُ المَحْرَكَاتُ رَأْسَ المِرْوَحةِ بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ مُسَبَّبةً بِذلكَ دَوْرَانَ الأَرْيَاشِ المَوْصُولَةِ بِالرَّأْسِ حَيْثُ تَعْمَلُ مِثْلَ أَجْنَحَةٍ طَوِيلَةٍ وَرَفِيعَةٍ. وَهَذَا يُولِّدُ قُوَّةً تُسَمَّى «قُوَّةَ الرِّفْعِ» تَجْعَلُ الطَّوَافَةَ تَرْتَفِعُ في الهواءِ.





طَوَافَةُ الْإِنْقَاذِ «سِي كِينْج» (Sea King) أَثْنَاءَ أَدَاءِ مَهْمَتِهَا.

طَوَافَاتُ جَبَّارَةٍ تَنْقُلُ حَمُولَاتٍ ثَقِيلَةً



طَوَافَةُ رِكَابٍ تَحْطُّ فِي الْمَرْكَزِ التِّجَارِيِّ لِلْمَدِينَةِ





# نماذج مختلفة

هناك نماذج عديدة من الطوافات مهمتها إنجاز أعمال مختلفة.

فالطوافات العسكرية مثل «هوي كوبرا» (Bell Huey cobra) هي صغيرة وخفيفة، كذلك نشيطة ورشيقة تطير بسرعة كبيرة، تُناور جيداً وتحمل العديد من الأسلحة على متنها.

أما طوافات النقل «بوينغ شينوك» (Boeing Chinook) المُجهزة بمروحتين فهي ضخمة وقادرة على نقل حمولات كبيرة أو ركاب. بالمقابل، يتم شحن الآليات الثقيلة مُعلقة تحت هيكليها حيث أنها مُجهزة بمحركات قوية جداً تمكنها من رفع أحمال ثقيلة.

تُستعمل هذه الطوافات أيضاً لإنقاذ ضحايا الحوادث التي تحصل في البحر وتنقلهم إلى البر.

تعد طوافة «ملك البحر» صنع سيكورسكي (Si-korsky Sea King) كنموذج رائع في عمليات الإنقاذ. ومع هذا، فهي قادرة أيضاً على القيام بمهام أخرى. قد صُممت أصلاً لمطاردة غواصات العدو. لكن تحولت في النهاية إلى طوافة نقل بضائع وركاب والقيام بعمليات إنقاذ وناقلة جند. فهذه الطوافات المتعددة الاستعمالات واسعة بما فيه الكفاية لنقل الركاب، وقوية جداً لرفع الأحمال الثقيلة.

إن محركاتها تستهلك الوقود بمعدل بطيء حيث يسمح لها بالتحوم فوق أي منطقة لفترات طويلة. يبقى أخيراً أن بعضها قد صُمم لأغراض عسكرية، والبعض الآخر للاستعمال المدني.

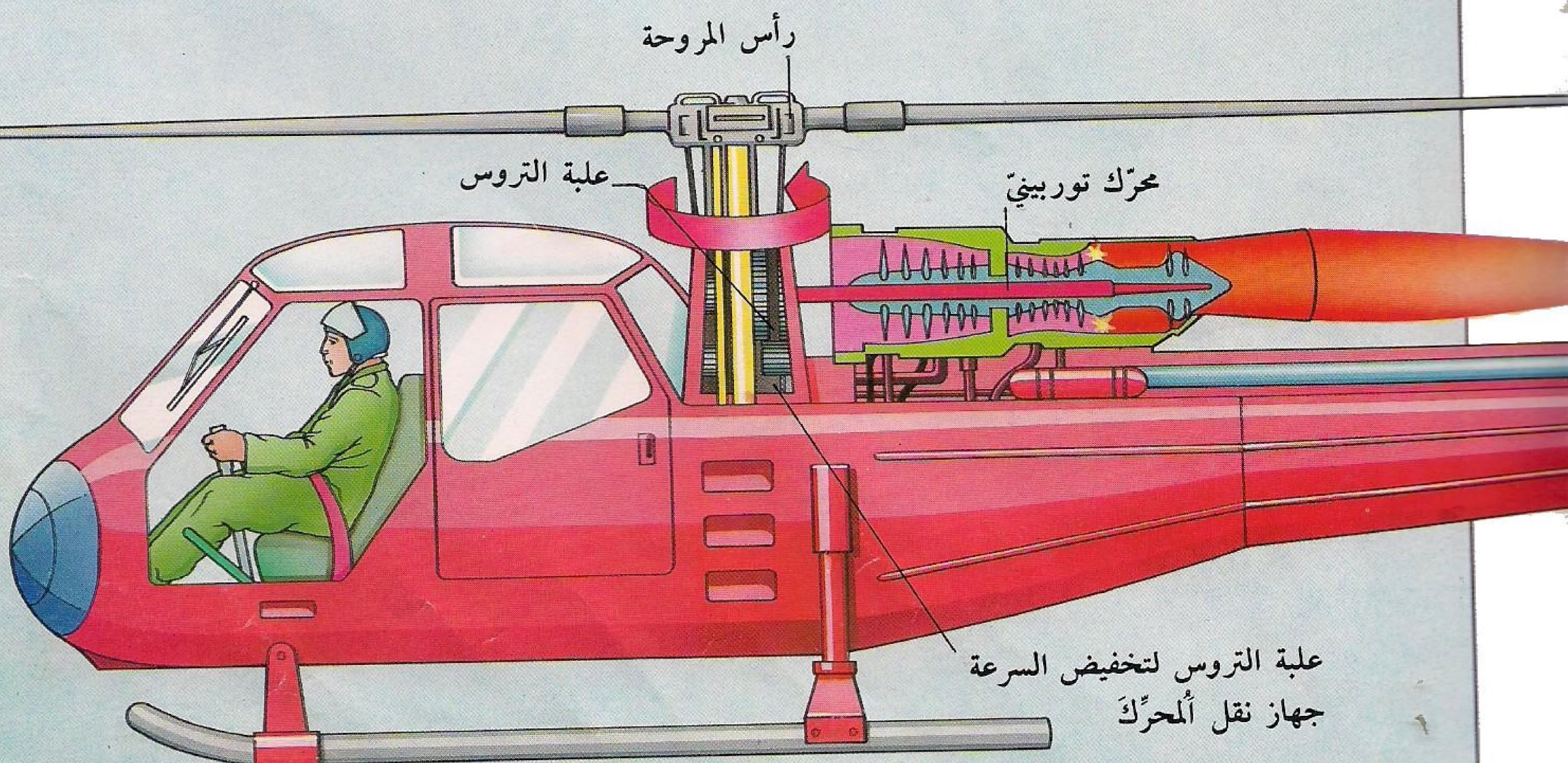
الطوافة الهجومية الأميركية أباشي (AH-64 Apache)







محركات توربينية مركبة في طوافة «بل» (Bell)





# توليد الطاقة

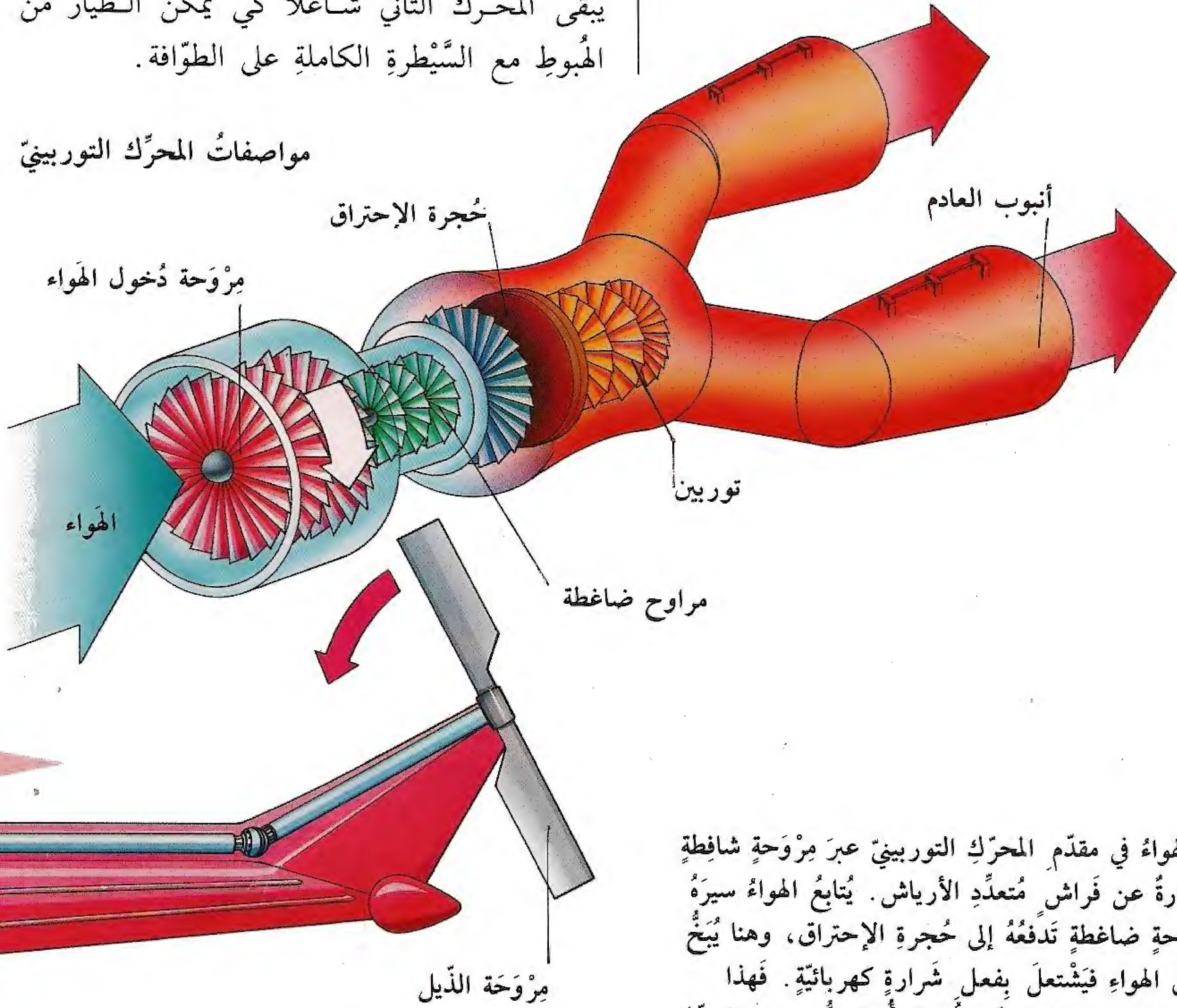
زُوِّدَتْ أوائل الطَوَّافَاتِ التي صُنِعَتْ في الثلاثينيات والأربعينيات بمحركاتٍ شبيهةٍ بمحركاتِ السياراتِ التي تعملُ على طاقةِ البنزين. وقد حَصَلَ تطوُّرٌ في الخمسينياتِ حيثُ تمَّ تركيبُ عمودِ توربينيٍّ عليها. وبهذه العملية، أصبحتِ المحركاتُ العاملةُ على الكيروسين تَنْتِجُ قوَّةً أكبرَ من نظيراتها العاملةِ على البنزين بأقلِّ كلفةٍ وأبطأ احتراقٍ.

سنة ١٩٥٥، كانتِ الطَوَّافَةُ الفرنسيَّةُ «قنبرة» (Alouette) من الأوَّلِ باستعمالِ هذا المحرِّك. ولا تزالُ كلُّ الطَوَّافَاتِ تَسْتَعْمِلُ العمودَ التوربينيَّ لغايةِ اليوم. فجميعُها عدا الصغيرة منها مزوَّدٌ بمحرِّكين. وهذا يعودُ إلى سببَيْنِ مهمَّين:

أولاً: يُنتِجُ محرِّكانِ صغيرانِ قوَّةً أكبرَ من محرِّكٍ واحدٍ.

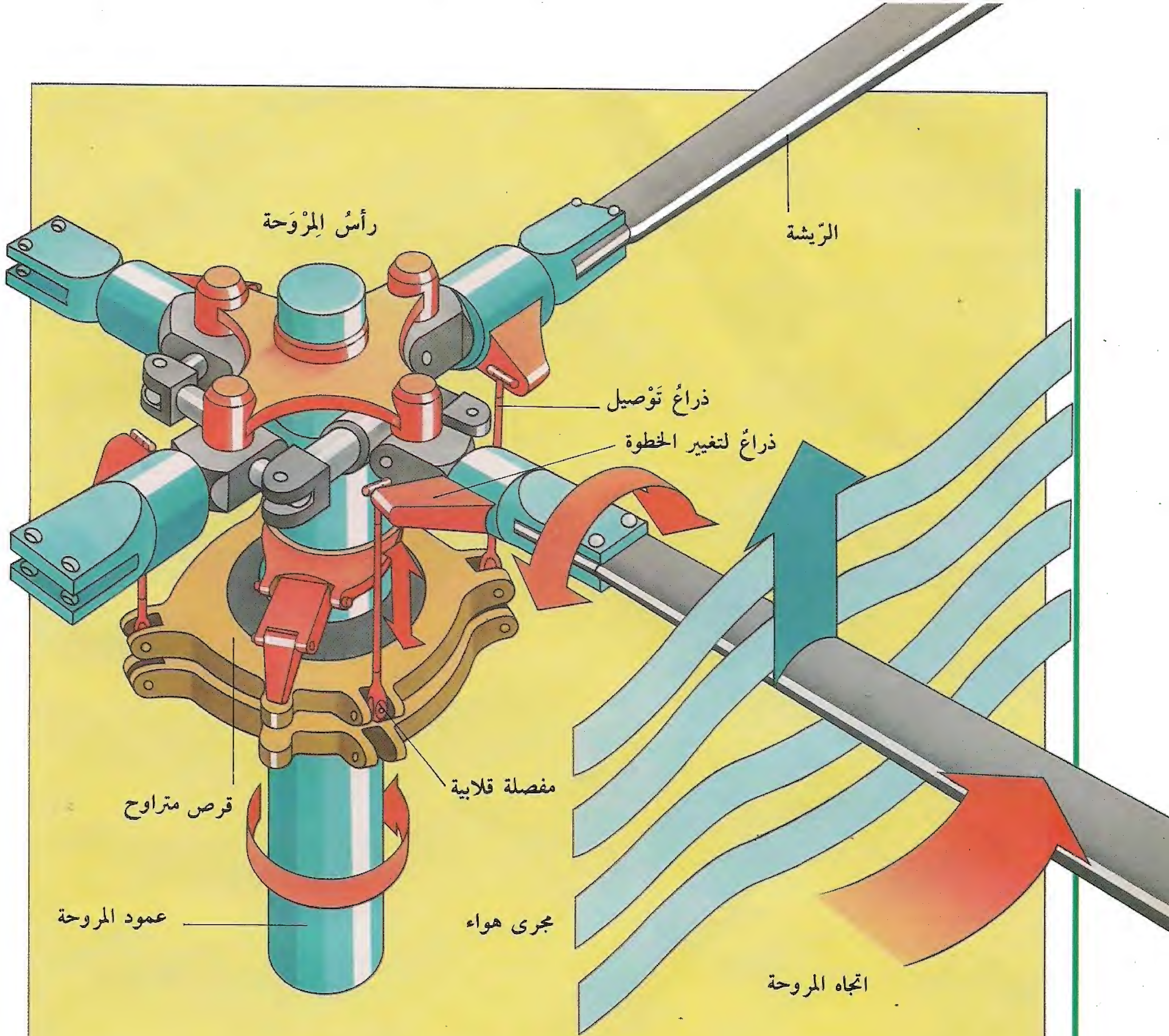
ثانياً: محرِّكانِ أكثرُ أماناً من محرِّكٍ واحدٍ بحالةِ حُصولِ أيِّ خللٍ. فإذا تعطلَّ محرِّكٌ وفَقَدَ طاقتهُ، يَبْقَى المحرِّكُ الثاني شاغلاً كي يُمكنَ الطيارَ من الهبوطِ مع السَّيطرةِ الكاملةِ على الطَوَّافة.

مواصفاتُ المحرِّكِ التوربينيِّ



يدخُلُ الهواءُ في مقدِّمِ المحرِّكِ التوربينيِّ عبرَ مَرَّوَحَةٍ شافِطَةٍ وهي عبارةٌ عن فَرَّاشٍ مُتَعَدِّدِ الأرياش. يُتَابَعُ الهواءُ سيرَهُ عبرَ مَرَّوَحَةٍ ضاغطةٍ تَدْفَعُهُ إلى خُجْرةِ الإحتراق، وهنا يُبَخُّ الوقودُ في الهواءِ فيشتعلُ بفعلِ شَرَارَةٍ كهربائيَّةٍ. فهذا المزيجُ من الوقودِ والهواءِ يَحْتَرِقُ ويبدأ بالتَمَدُّدِ وعبرَ المحرِّكِ وصولاً حتَّى أنبوبِ العادمِ. لكنَّ في طَريقِهِ إليه يَمُرُّ عبرَ التوربينِ ويجعلُهُ يَدُورُ. إنَّ هذه العملية تُقدِّمُ الطاقةَ لِمَرْمِ عمودِ المَرَّوَحَةِ.





يُنْقَلُ القرصُ المتراوحُ حركاتِ الضوابطِ إلى الأرياشِ .  
يتكوّنُ هذا القرصُ من قسمين : القسمُ الأعلى يدورُ مع  
رأسِ المروحةِ بينما القسمُ الأسفلُ يبقى متوقفاً . وبين  
هذين القسمين يوجدُ وسادةٌ تنقلُ تعليماتِ الطيارِ من  
النصفِ الأسفلِ إلى النصفِ الأعلى . فإذا ارتفعَ القرصُ  
بأكمله عندئذٍ تدورُ كلُّ الأرياشِ بنفسِ المقدارِ ، ويزدادُ  
الرفعُ بالتساوي حولَ قرصِ المروحةِ . لكن إذا انحرفَ  
القرصُ المتراوحُ تعلو الأرياشُ عندَ مُرورها فوقَ الجانبِ  
الفوقاني من القرصِ ثم تهبطُ في الجانبِ المقابلِ . ويحصلُ  
من جرّاءِ هذا رفعٌ إضافيٌّ في جزءٍ واحدٍ فقط من قرصِ  
المروحةِ .



طوّافة «بل ٢٠٦ ب» عند الإقلاع

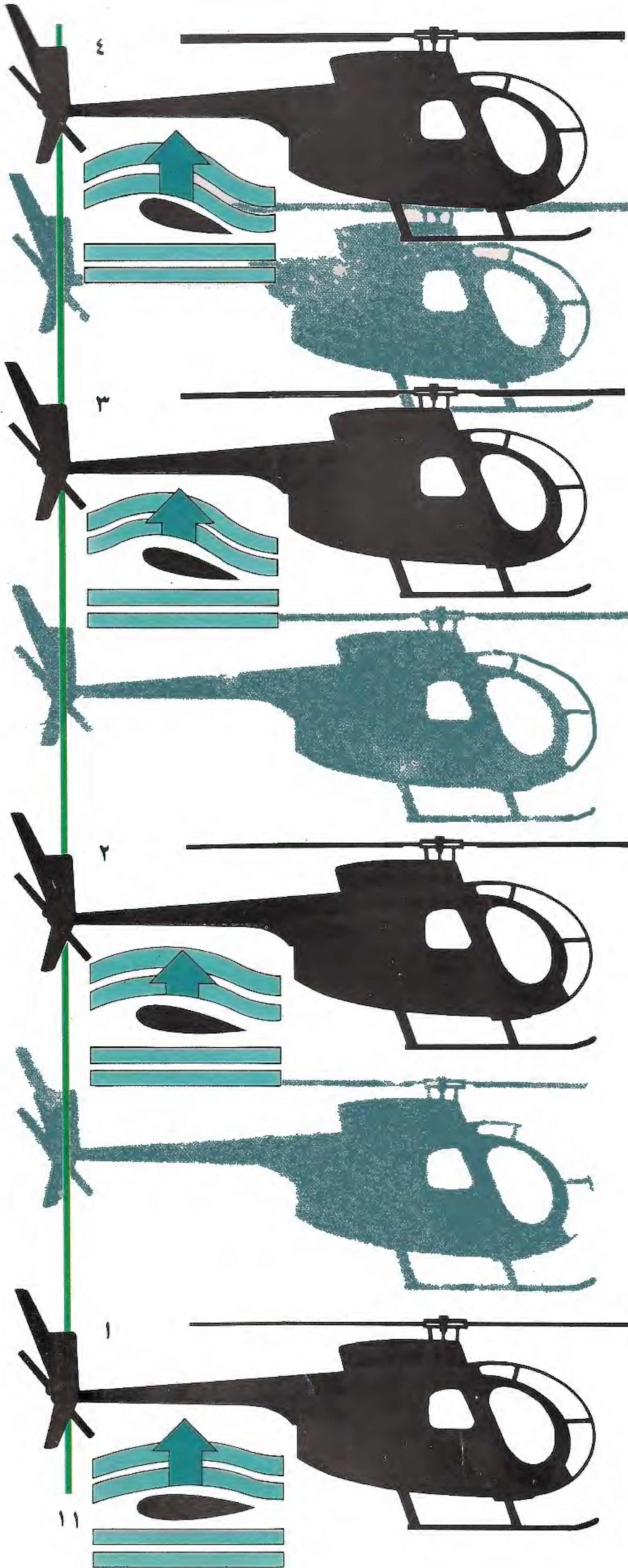


# الإقلاع

عندما يُديرُ الطيّارُ المحرّكُ تبدأ أرياشُ المروحة بالدوران البطيء (فالأسطوانة التي ترسمها أطراف الأرياش الدائرة في الهواء تُسمى قرص المروحة). حين يبلغ المحرّك سرعة الطيران وتدور أرياش المروحة بسرعة كافية يرفع الطيّار ذراع السيطرة على التّرجح جاعلاً كل الأرياش تتحرّك بالتدرّج دورياً وبالتساوي.

وفي هذه الأثناء تأخذ الأرياش دور جناحي الطائرة العادية وتبدأ بالإرتفاع. مع الوقت تزداد قوة الدّفع للأرياش وتتغلب على وزن الطّوّافة الكبير فتمكّنها من أن تصعد عمودياً إلى الجوّ. تُقلع الطّوّافات، عادةً، باتجاه الرّيح لتحصل على ارتفاع إضافي. لكنّ إذا كان تغيير اتجاهها نحو مجرى الرّيح ضرورياً، يضغط الطيّار على دواستين لضبط معدّل قوة الدّفع الناشئ عن مروحة الذّيل الصّغيرة. لكن، بتعديل قوة الدّفع هذه تتعرّض الطّوّافة للدوران السّريع إمّا من جهة أو من أخرى.

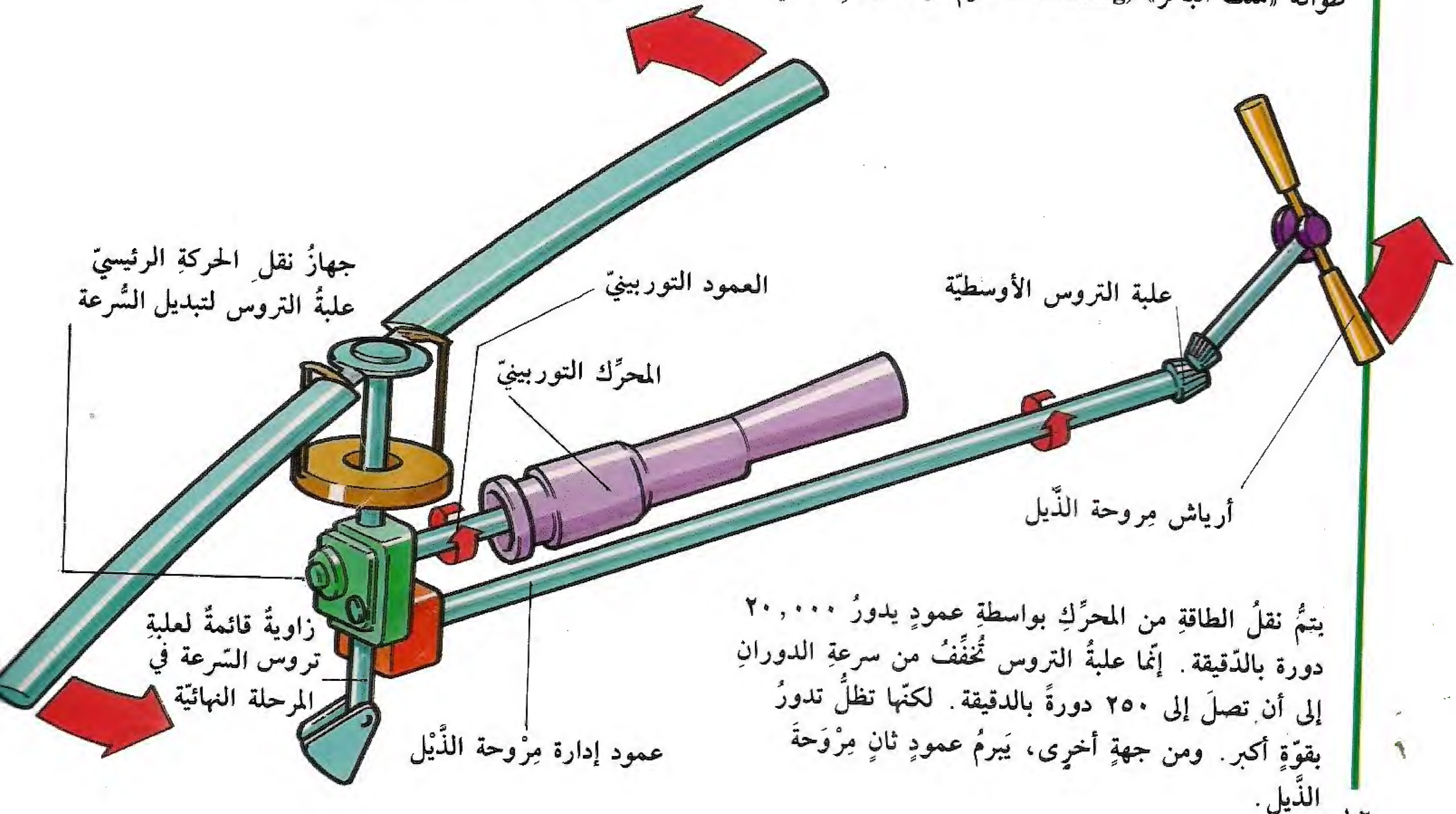
تبدأ الأرياش بالدوران بموازة للأرض (١) فتولّد رفعاً خفيفاً جداً. لكنّ عندما يقوم الطيّار بتشغيل جهاز الرّفع يصعد الطرف الأمامي لكل ريشة فينسبّ الهواء بسرعة فوق رأس الرّيشة أكثر من انسيابه تحته. وهذا يُخفّف من ضغط الهواء فوق الرّيشة، فيولّد امتصاصاً للهواء (٢) ويُسبّب برفع الطّوّافة عن الأرض. وبتسريع الأرياش أكثر وأكثر تتمّ عملية الرّفع (٣)، ثمّ الصّعود إلى الهواء. ولزيادة سرعة المحرّك أيضاً يستعمل الطيّار مسكة ذراع التّشغيل الجماعي كي يزيد بقوة الرّفع (٤)







طوّافة «ملك البحر» (Sea King) تحوم فوق البحر لتلقي بجهاز إحساس يكشف مواقع الغوّاصات.





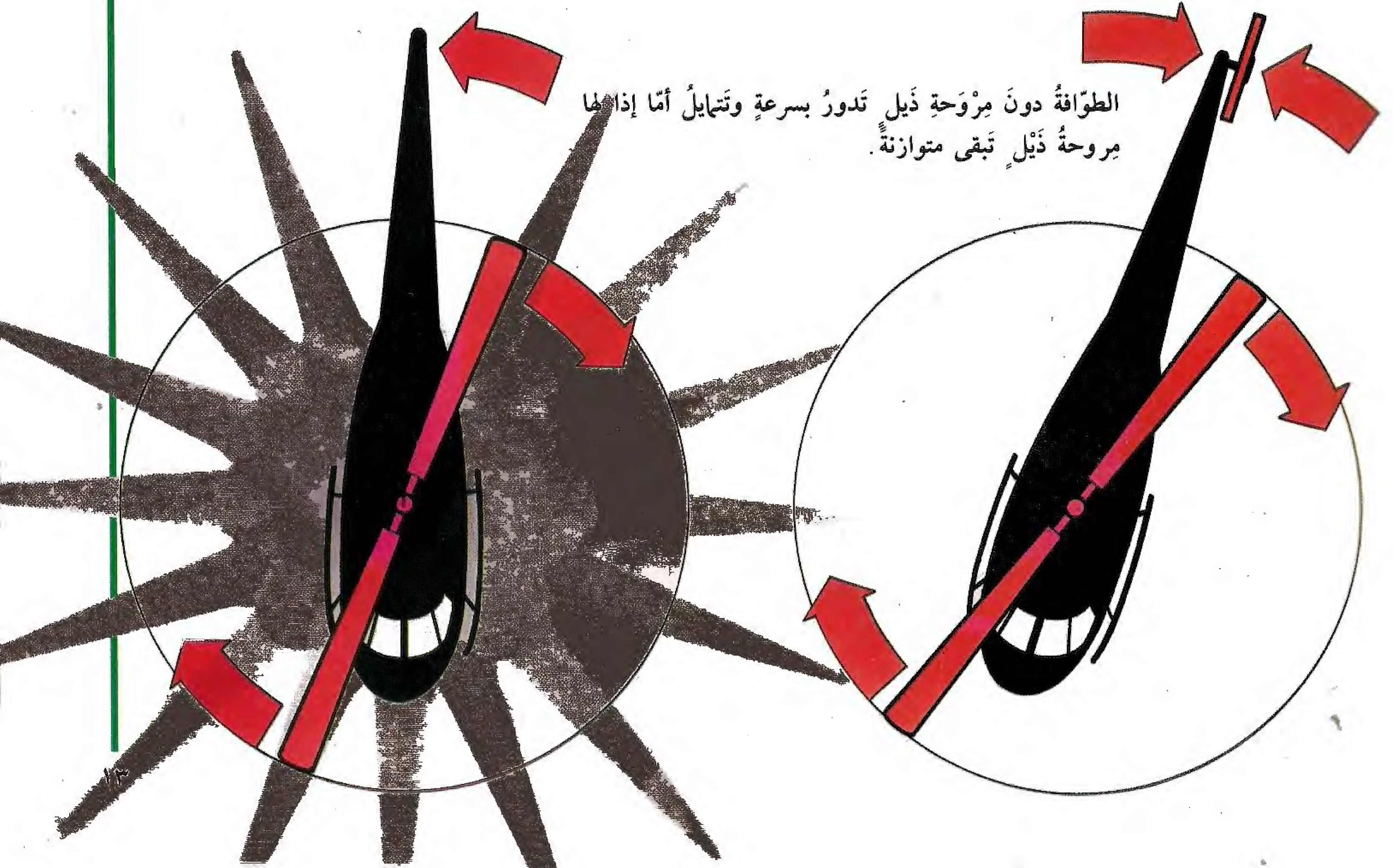
# التَّحْوِيم

تَكْمُنُ إحدى الميزاتِ الرَّئِيسِيَّةِ لِلطَّوَافَاتِ الْمُتَفَوِّقَةِ عَلَى الطَّائِرَاتِ ذَاتِ الْأَجْنَحَةِ الثَّابِتَةِ فِي قُدْرَتِهَا عَلَى التَّوَقُّفِ فِي الْهَوَاءِ، وَتُسَمَّى هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ: التَّحْوِيمُ. تَوَلَّدَ أَجْنَحَةُ الطَّائِرَةِ رَفْعًا كَافِيًا لِكَيْ تُعْطِيَ دَعْمًا ضَرُورِيًّا لَوِزْنِ الطَّائِرَةِ أَثْنَاءَ طَيْرَانِهَا بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ. وَبِالْمُقَابِلِ، تَنْتِجُ رِيَاشُ الْمُرُوحَةِ عَلَى الطَّوَافَةِ قُوَّةَ الرِّفْعِ حَتَّى وَلَوْ كَانَتْ مُتَوَقِّفَةً فِي الْهَوَاءِ وَيَعُودُ هَذَا إِلَى الْأَرِيَاشِ الدَّائِرَةِ بِسُرْعَةٍ بِالْغَةِ. إِذَا أَرَادَ الطَّيَّارُ أَنْ يَحُومَ يُثَبَّتُ عَصَا الْقِيَادَةِ فِي مَوْضِعٍ مَرَكَزِيٍّ لِلْحِفَاطِ عَلَى مَسْتَوَى قَرَصِ

الْمُرُوحَةِ. وَإِذَا حَاوَلَتِ الرِّيَّاحُ الْمُتَعَامِدَةُ أَنْ تَدْفَعَ بِالطَّوَافَةِ إِلَى الْإِنْحِرَافِ عَنْ خُطِّ سَيْرِهَا، أَيْ تَنْعِطُفُ جَانِبِيًّا، يَصْحَحُ الطَّيَّارُ هَذَا الْخَلَلَ بِتَمْيِيلِ قَرَصِ الْمُرُوحَةِ لِتَوْلِيدِ قُوَّةٍ فِي الْجِهَةِ الْمَعَاكِسَةِ. إِنَّ عَمَلِيَّةَ التَّحْوِيمِ لَهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ خَاصَّةً فِي أَدَاءِ مَهَمَّاتِ إِنْسَانِيَّةٍ، مَثَلًا: تَحُومُ الطَّوَافَةُ فَوْقَ سَفِينَةٍ مُعْطَلَةٍ وَتُنْقِذُ الطَّاغِمَ بِأَكْمَلِهِ بِرَفْعِ أَعْضَائِهِ مِنْ عَلَى سَطْحِ السَّفِينَةِ إِلَى دَاخِلِهَا. وَمِنْ بَيْنِ مَهَمَّاتِهَا الْآخَرَى: تَقُومُ بِإِنْقَاذِ أَشْخَاصٍ مُصَابِينَ فِي مَنَاطِقَ جَبَلِيَّةٍ وَعِوَرَةٍ فَتَحُومُ فَوْقَ الْمَصَابِ وَتَرْفَعُهُ إِلَى مَتْنِهَا.

مُرُوحَةٌ صَغِيرَةٌ فِي الذَّيْلِ تَنْتِجُ قُوَّةً جَانِبِيَّةً لَمَنْعِ الطَّوَافَةِ مِنَ الدُّورَانِ السَّرِيعِ.

القُوَّةُ الَّتِي تَدِيرُ الْأَرِيَاشَ فِي وَجْهَةٍ وَاحِدَةٍ قَادِرَةٌ أَيْضًا عَلَى دَفْعِ الطَّوَافَةِ بِأَكْمَلِهَا إِلَى الْجِهَةِ الْمَعَاكِسَةِ.



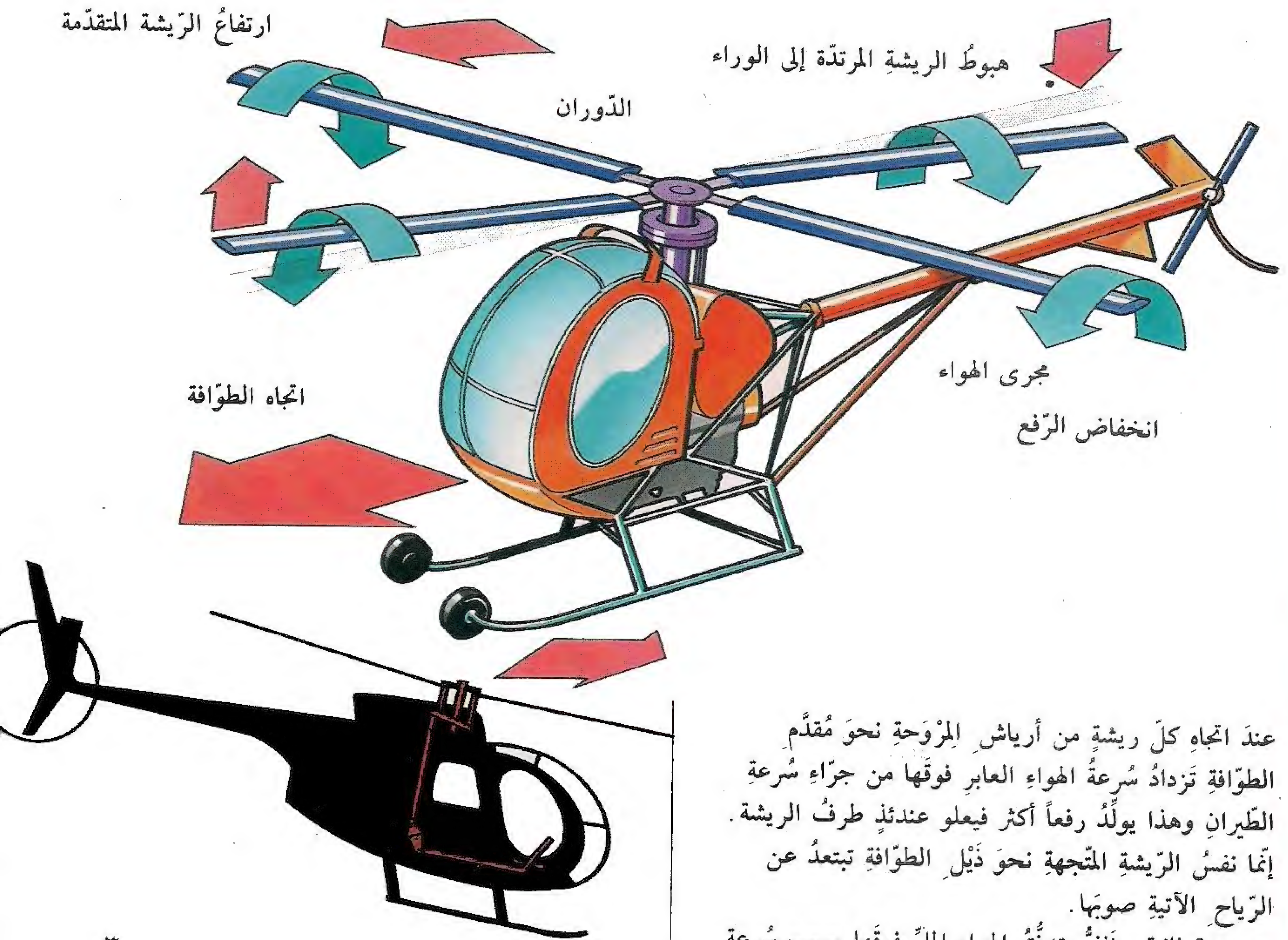


# الطيران إلى الأمام

سرعة الطَّوَافَةِ محدودةٌ. إنَّها لا تطيرُ أكثرَ من ٤٠٠ كلم بالسَّاعة. وبمُجرَّد بلوغِ هذه السَّعة يَقْتَرِبُ كُلُّ طرفٍ من أطرافِ الأرياشِ المُجابهةِ للهواءِ من سُرعةِ الصَّوت. وفي هذه الحالة، يبدأ الهواءُ المحيطُ بالرَّيشةِ بالتبدُّدِ فَتَفْقِدُ الطَّوَافَةُ قوَّةَ الرِّفْعِ. هنا، على الطَّيَّارِ أن يزيِدَ من قوَّةِ الرِّفْعِ كما أن يزيِدَ أيضاً من مَيَلانِ كُلِّ الأرياشِ. لكن عندما تتحرَّكُ الأرياشُ نحوَ ذَيْلِ الطَّوَافَةِ يَصْبَحُ الميَلانُ كبيراً جدًّا لتوليدِ قوَّةِ رِفْعٍ في تيارِ هوائيٍّ بطيءٍ. ومرةً أخرى تَفْقِدُ الطَّوَافَةُ قوَّةَ الرِّفْعِ.

عند بلوغِ الطَّوَافَةِ السَّعةَ اللاَّزمةَ تَزْدَادُ قوَّةُ الرِّفْعِ على جانبٍ أكثرَ من الآخر. وإذا كانت أرياشُ المَرْوَحةِ صُلْبَةً فإنَّها تَمِيلُ نحوَ الجانبِ المدعومِ قليلاً من قوَّةِ الرِّفْعِ، فينحرفُ عندئذٍ قرصُ المَرْوَحةِ إلى جانبٍ ممَّا يُمكنُ الطَّوَافَةَ من تَغْيِيرِ اتجاهاها حادثةً عن خطِّ طيرانها السَّويِّ.

لِتفادي هذه المُشكلةِ يُقامُ بتركيبِ مَفاصِلَ قَلابِيَّةٍ مُتَّصِلَةٍ بالأرياشِ حيثُ تَسْمَحُ لها أن تَنحني أو تَرْتَفِعَ مُستوعِبَةً هكذا كُلَّ التَغْيِيراتِ في قوَّةِ الرِّفْعِ أثناءَ دورانِ الأرياشِ.



عند اتجاها كُلِّ ريشةٍ من أرياشِ المَرْوَحةِ نحوَ مُقَدِّمِ الطَّوَافَةِ تَزْدَادُ سُرعةُ الهواءِ العابرِ فوقها من جرَّاءِ سُرعةِ الطَّيَّارِ وهذا يولِّدُ رِفْعاً أكثرَ فيعلو عندئذٍ طرفُ الريشةِ. إنَّما نفسُ الريشةِ المُتَّجِهَةِ نحوَ ذَيْلِ الطَّوَافَةِ تبتعدُ عن الرِّيحِ الآتيةِ صوبها.

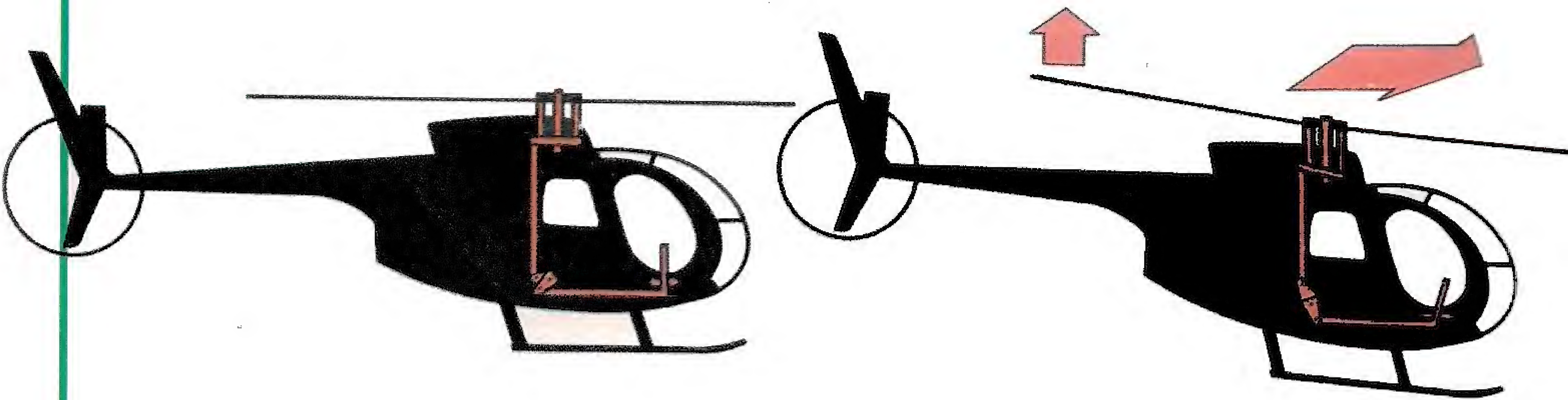
من جهةٍ ثانيةٍ، يَحْفُ تَدْفُقُ الهواءِ المارَّ فوقها بسببِ سُرعةِ الطَّوَافَةِ فينتجُ من جرَّاءِ هذا رِفْعٌ أَقْل. فيهبطُ طرفُ الريشةِ مُسبِّباً بذلك ارتفاعاً وهبوطاً للأرياشِ أثناءَ دورانها.

الاتجاه من اليسار إلى اليمين: عندما يَضَعُ الطَّيَّارُ عصا القيادة في موضعٍ مركزيٍّ يَسْتَقِيمُ قرصُ المَرْوَحةِ أفقيًّا، ويتمُّ الارتفاعُ عمودياً.





طَوَافَة «بِل ٢٢٢» (Bell 222)



١

فَتِيَّارُ الْهَوَاءِ الْهَابِطُ الَّذِي تَوَلَّدَهُ الْأَرِيَّاشُ يَنْدَفِعُ وَرَاءَ الطَّوَافَةِ  
وَتَبْدَأُ بِالطَّيْرَانِ إِلَى الْأَمَامِ.

٢

وَإِذَا دَفَعَ بَعْضُ الْقِيَادَةِ إِلَى الْأَمَامِ يَنْخَفِضُ مُسْتَوَى قَرَصِ  
الْمَرْوَحَةِ.



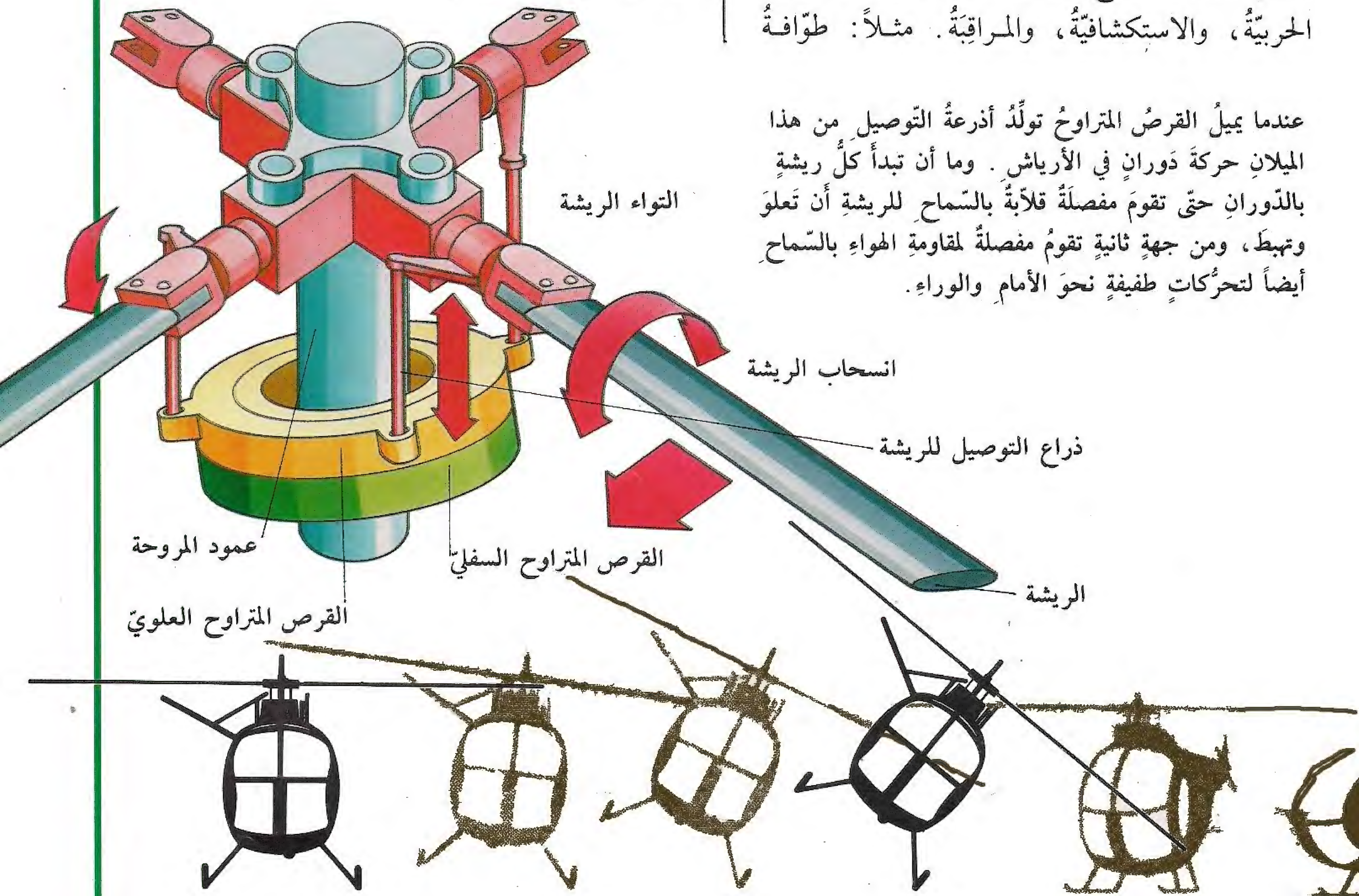
# المناورات

«هيوز» (Hughes 500-MD) وهي نموذج رائع للقيام بالمناورات البارعة. تطير بسرعة على علو منخفض جداً حيث تلامس تعاريج الأرض حتى لا يمكن لأي جهاز اكتشافها ومهاجمتها. ومن هذه الناحية، أصبحت الطوافة سلاحاً فعالاً في الحروب الحديثة. فإنها تراقب تحركات العدو، كما توجه الطائرات للإغارة على الأهداف المحددة.

أما بالنسبة للمستقبل فسيتم استعمالها في مطاردة طوافات العدو.

الطوافة هي طائرة خفيفة. لديها القدرة على إمالة قرص المروحة كي تتمكن المحركات بتوجيه الطوافة إلى أي جهة من الجهات. ولهذا، فإنها تعلق وتهبط وتنحرف عن خط طيرانها. تطير إلى الأمام وتراجع إلى الوراء تحت السيطرة الكاملة. ولكونها تملك كل هذه المزايا الحسنة تُستخدم بالمناورة والتحويم فوق مناطق وعرة. إن بقدرتها أن تحط في فسخة صغيرة في مناطق حرجية أو تهبط على قمة جبل أو على سفينة. هناك أنواع عديدة من الطوافات منها: الحربية، والاستكشافية، والمراقبة. مثلاً: طوافة

عندما يميل القرص المتراوح تولد أذعة التوصيل من هذا الميلان حركة دوران في الأرياش. وما أن تبدأ كل ريشة بالدوران حتى تقوم مفصلة قلابة بالسماح للريشة أن تعلق وتهبط، ومن جهة ثانية تقوم مفصلة لمقاومة الهواء بالسماح أيضاً لتحركات طفيفة نحو الأمام والوراء.



الهابط الذي تولده الأرياش يتجه إلى الأمام ويتم حينها الرفع باتجاه الوراء. (اتجاه الصور: من اليسار إلى اليمين)

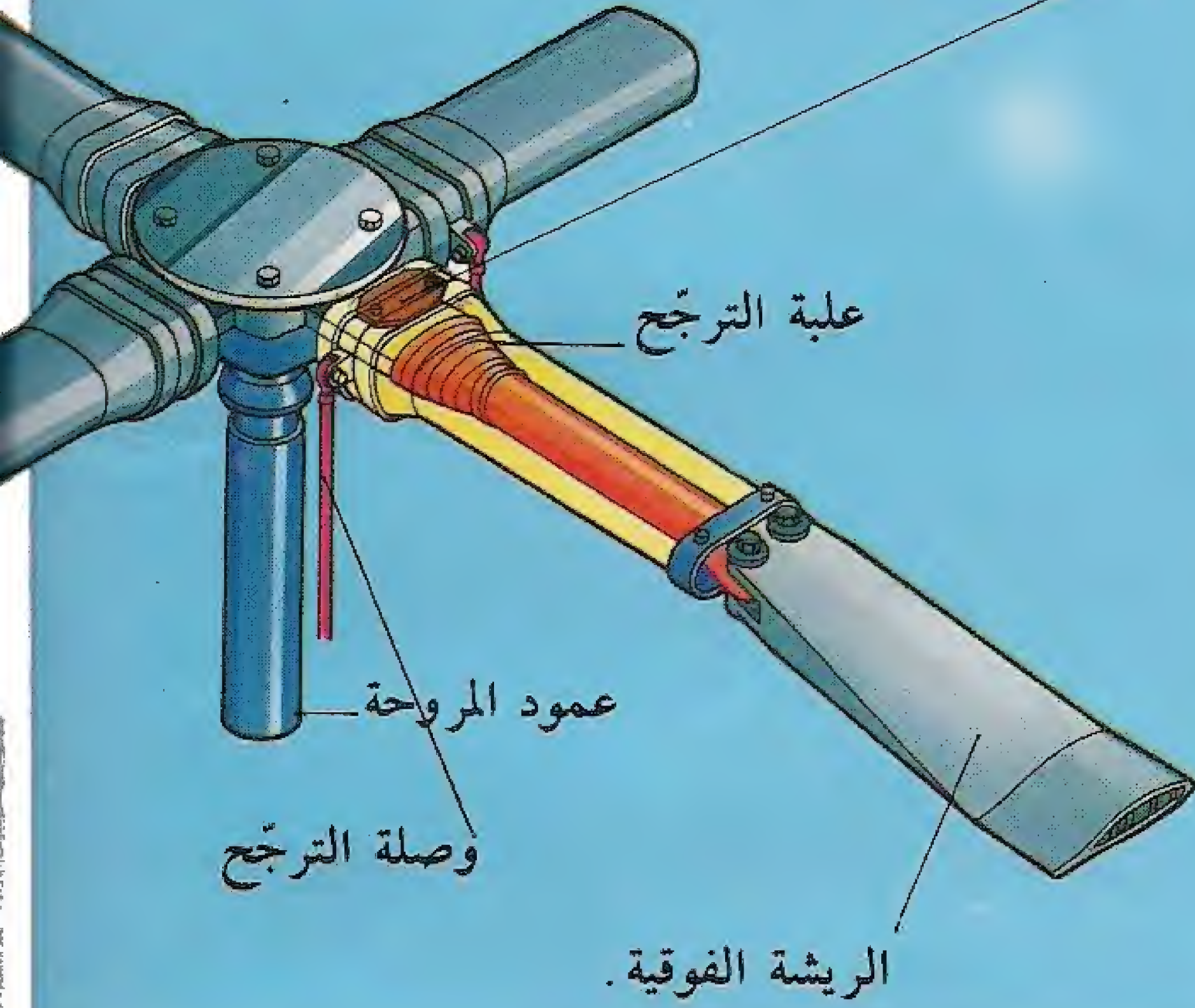
إذا أراد الطيار أن يسيرها إلى الوراء يقوم بنقل عصا القيادة إلى الخلف جاعلاً من قرص المروحة أن يميل إلى الوراء. عندها يهبط ذيلها ويرتفع مقدمها إنما التيار الهوائي



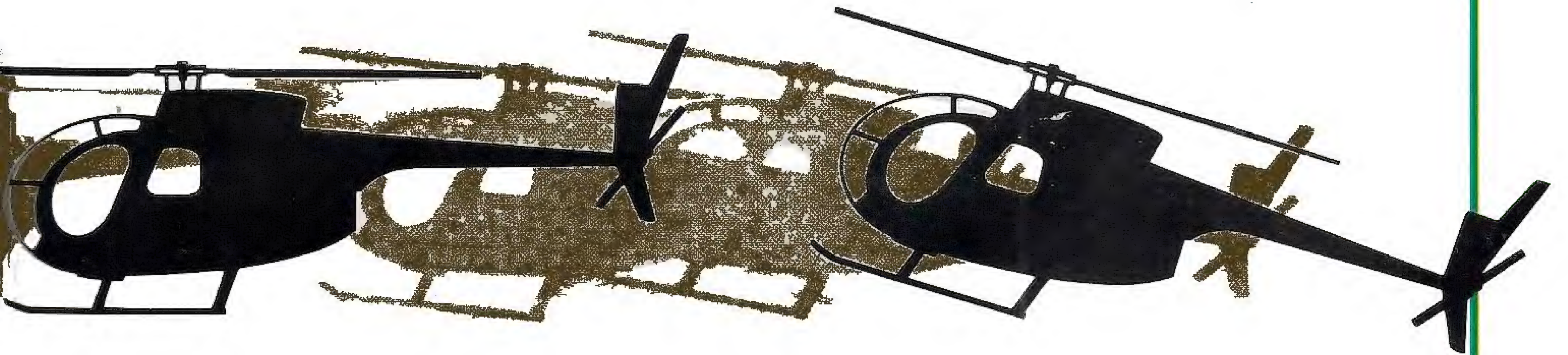
تُحوي بعض الطَوَافَاتِ أرياشاً دونَ مفاصِلٍ. وتُعَوِّضُ عن هذا النقصِ بتركيبِ مقطعٍ مرِنٍ متّصلٍ بمحورِ المَرُوحَةِ. يدورُ هذا المقطعُ مثلَ ريشةٍ لها مفصلٌ لكنْ بطريقةٍ منضبطةٍ أكثر. وهذا يُحوِّلُ الطَوَافَاتِ مثلَ «لينكس» و«أباشي» أن تطيرَ بطرقٍ لا تُضاهيها أيُّ طَوَافَةٍ أُخرى. وهذا الطرازُ يقومُ بالتدحرجِ والتقلُّبِ والطيرانِ رأساً على عقب.

فإذا حاولتَ طَوَافَةٌ مزوَّدةٌ بأرياشٍ عاديّةٍ القيامَ بهذه المناوراتِ، فتقوّةُ الهواءِ الضاغطةِ على وحدةِ المَرُوحَةِ تكسُرُ الأرياشَ أو تُسبِّبُ بشقٍّ أذرعَةَ التوصيلِ.

القسم اللين والمرن لمنع الارتجاج والميلان



طَوَافَةٌ طراز «لينكس» (Lynx) تهبط عمودياً



وكي تطيرَ جانبياً يُركِّزُ الطيّارُ عصا القيادة الدوريةَ على جانبِ الجهةِ المبتغاة. فيميلُ قرصُ التراوحِ قليلاً ليُحقِّقَ من جرّاءِ هذا طيراناً مرضياً.

كي تقومَ الطَوَافَةُ بالمناورة يتمُّ تميلُ قرصِ المَرُوحَةِ لتوزيعِ التياراتِ الهوائيةِ الهابطةِ التي يولِّدها دورانُ المراوحِ في كلِّ الجهاتِ.





تُنقل الطوافة المسافرين إلى المراكز الرئيسيّة في المدينة حيث لا تجاريا هذا المضمار الطائرات التقليدية.

تُستعمل الطوافات أيضاً لنقل عمال البترول ما بين منصّات الحفر البحريّ والقواعد الأرضية.





# الهبوط

للخروج من هذا المأزق، تُصمَّم الطوافات بطريقة تسمح لها بالهبوط ضمن زاوية تُدعى «هبوط انحداري». لكن إذا أرادت الهبوط في المطار فإنها تستعمل نظام الحط بأجهزة القياس (ILS) فترسل إشارات لاسلكية من الأرض إلى الطوافة، وتُستعمل لتحديد موقعها بالنسبة إلى الهبوط الانحداري المسجل على نظام الحط بأجهزة القياس الموجود أمام الطيار. وإذا أراد الطيار أن يُخفّف من العلوّ يُنزل ذراع التحكم بالانحدار كي يُخفّض من زاوية أرياش المروحة.

مع أنّ الطوافات قادرة على التحويم والتسلق والانحدار في الهواء محافظة دوماً على توازنها، إنّما من النادر أن تقوم بالهبوط عمودياً، فالطيار الذي يُريد الهبوط عمودياً لا يملك مجال الرؤية المباشرة بما يحدث تحت الطوافة، إلا إذا بقيت دائرة أثناء هبوطها. وفي هذه الحالة لا يضمن الطيار حصول حادثٍ ما للذيل بمجرد ارتطامه بجسمٍ ما على الأرض. فعند اقتراب الطوافة من الأرض تحدث التيارات الهوائية التي تولدها أرياش المروحة اضطراباً كبيراً مما يجعل الطوافة تهتزّ هزاً عنيفاً.

تناقص بالعلو من زاوية ٤٠ - ٦٠ درجة



انخفاض بالعلو لتيار المروحة





تقع عصا القيادة الدورية مقابل الطيار. فهي تتحكم بوجهة طيران الطوافة. برفع وتنزيل ذراع التحكم الجماعي بالترجّح الموجود على الجانب الأيسر للطيار يحصل تعديل بمقدار الرفع الذي تولّده المروحة الرئيسية. ووبرم أيضاً قبضة الفتل على الذراع يُسيطر الطيار على سرعة المحرك. ويستطيع أيضاً استعمال دواسي القدم لتغيير الدفع الصادر عن مروحة الذيل مُسيراً الطوافة نحو جهات مختلفة.



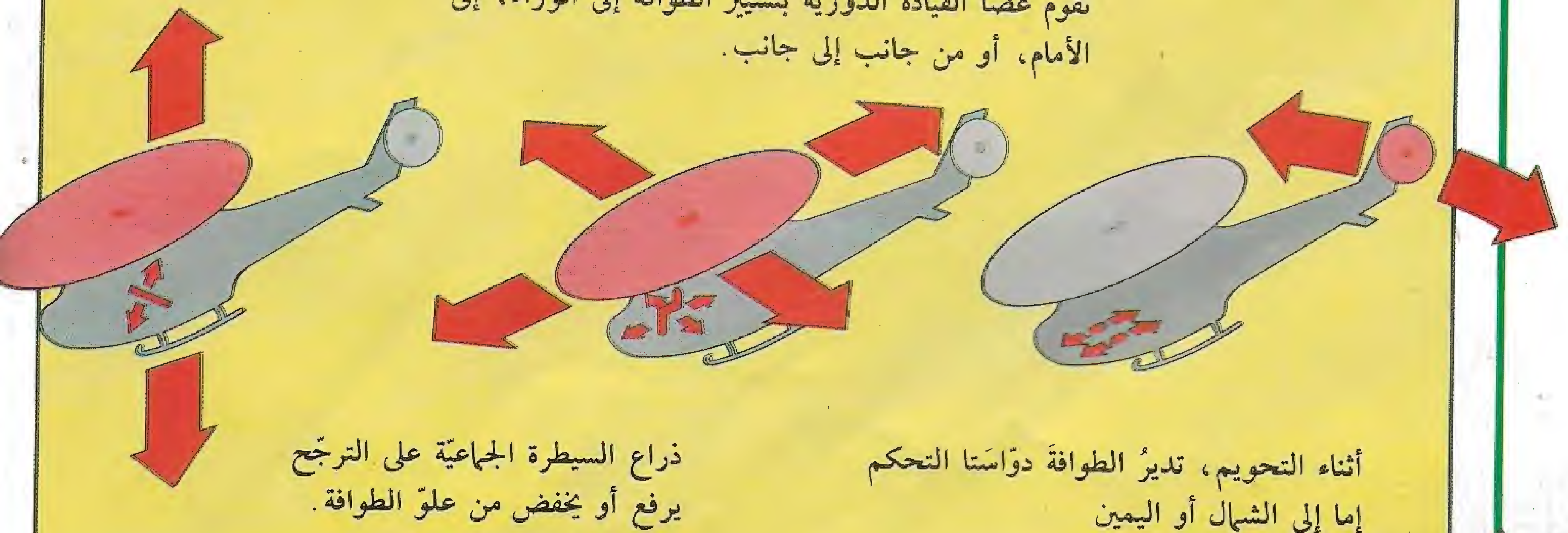
عصا القيادة الدورية

المخنق

دواسا التحكم بتوجيه الطوافة

ذراع التحكم الجماعي بالترجّح

تقوم عصا القيادة الدورية بتسيير الطوافة إلى الورا، إلى الأمام، أو من جانب إلى جانب.



ذراع السيطرة الجماعية على الترجّح يرفع أو يخفض من علو الطوافة.

أثناء التحويم، تدير الطوافة دواسا التحكم إما إلى الشمال أو اليمين



# أجهزة السيطرة

ليس من السهل قيادة الطّوافة. فالطّيار يستعمل يديه وقدميه لتشغيل كل الأجهزة الخاصة بالطيران.

إنه دوماً يقوم بتعديلات طفيفة على الأجهزة كي يحافظ على توازن الطّوافة وأدائها الصحيح. وفوق كل هذا، عليه أن يشغل أجهزة الملاحة والاتصالات. فإذا كانت حربية، يجب عليه حينئذ استخدام الأسلحة الموجودة على متنها. تظهر نتائج عمل أي جهاز من الأجهزة على لوحة تحوي كل الأدوات اللازمة للتشغيل، وهذه مركزة تماماً أمام

الطّيار. فمهمة الطّيار دوماً مراقبة لوحة الأجهزة، كما مراقبة ما يدور حوله في الخارج. يتم تركيب أجهزة التشغيل على جانبي لوحة الأدوات إذا كان طاقم الطّوافة مؤلفاً من شخصين. فيخول هذا التنظيم الطّيار ومساعدَه أن يتحققا من حسن سير العمليات القائمة بانتظام. كذلك، قضبان التحكم والدّواسات مركبة على جانبي حجرة الطّيار لأجل هدف واحد وهو: تولي مساعد الطّيار القيادة في الحالات الطارئة.

لوحة القيادة على طوافة فرنسية طراز دوفين (Dauphin II)



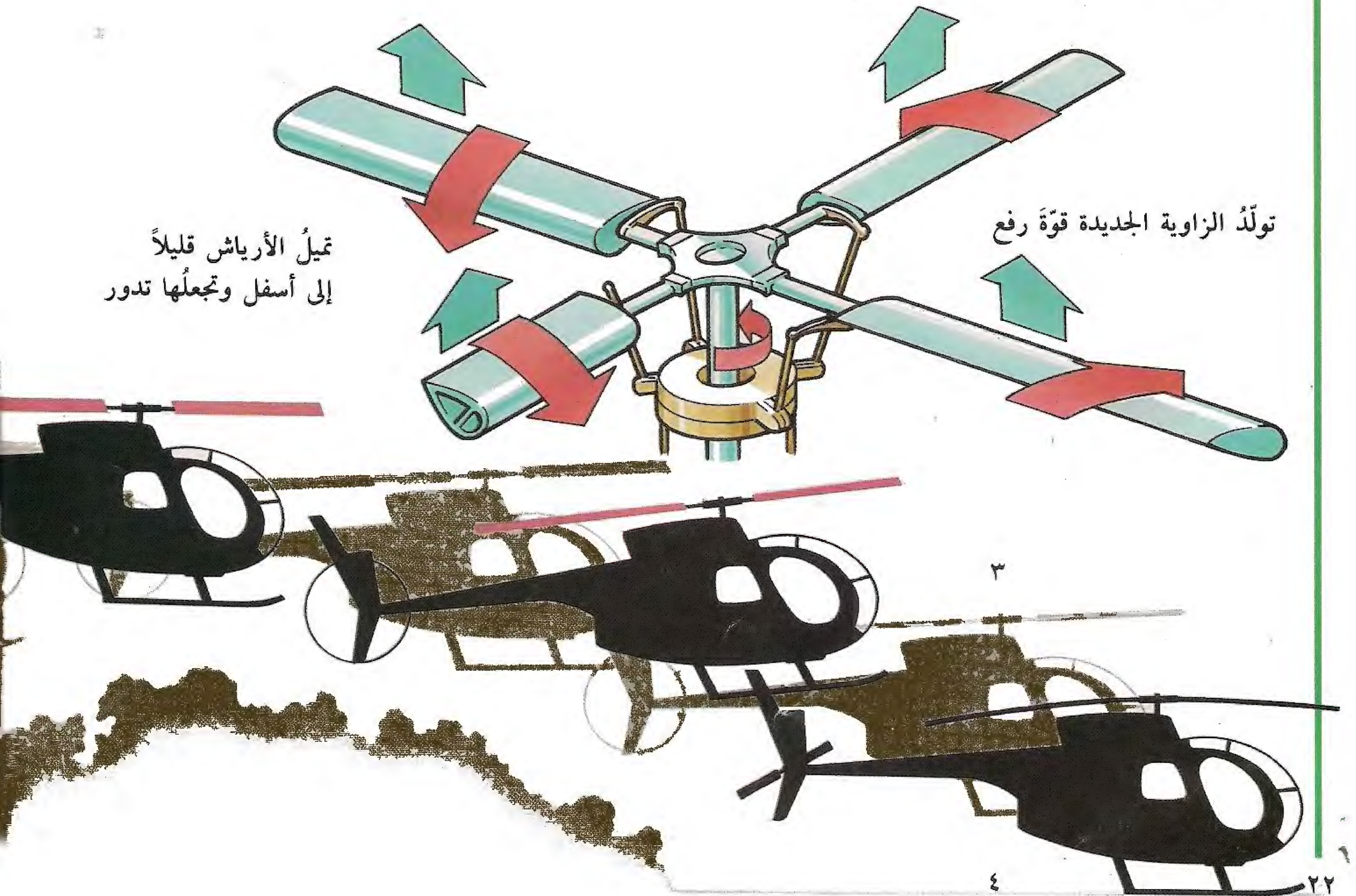




طَوَافَةٌ تَحُطُّ عَلَى الْمَاءِ فِي حَالِ هَبُوطٍ اضْطِرَاطِيٍّ

تَمِيلُ الْأَرِيَاشُ قَلِيلًا  
إِلَى أَسْفَلِ وَتَجْعَلُهَا تَدُورُ

تَوَلَّدُ الزَّاوِيَةُ الْجَدِيدَةُ قُوَّةَ رَفْعٍ





# حالات الطوارئ

لاحقاً إن لم يتم استرجاع الطاقة. إنما يتفادى هذه المشكلة بتغيير زاوية الأرياش. إذا فقد المحرك الطاقة أثناء الطيران البطيء أو التَّحْوِيم يُخَفِّضُ الطَّيَّارُ مُقَدِّمَ الطَّوَّافَةِ إِلَى أَسْفَلِ كِي يَزِيدُ مِنْ سُرْعَتِهَا وَيُبْقِي المَرْوَحَةَ دَائِرَةً بِأَقْصَى سُرْعَةٍ. وَعِنْدَ هُبُوطِهَا الاضْطِرَّارِيِّ يَحْصُلُ تَغْيِيرٌ جَدِيدٌ فِي زَاوِيَةِ الرِّيشَةِ فَيَنْتِجُ قُوَّةَ رَفْعٍ كَافِيَةً لِلتَّخْفِيفِ مِنْ صَدْمَةِ الهُبُوطِ.

كُلُّ الطَّوَّافَاتِ عِدا الصَّغِيرَةِ مِنْهَا وَالْعَامِلَةِ فِي نِطَاقِ الْعَمَلِيَّاتِ الْبَحْرِيَّةِ مَجْهُزَةٌ بِمَحْرَكَيْنِ لِأَجْلِ تَأْمِينِ الْحَدِّ الْأَقْصَى مِنَ السَّلَامَةِ.

عِنْدَ حُصُولِ عَطَلٍ فِي الْمَحْرَكِ أَوْ فِي مَكَانٍ آخَرَ تَنْقَطِعُ الطَّاقَةُ عَنِ المَرْوَحَةِ الرَّئِيسِيَّةِ. لَكِنْ هَذَا الْأَمْرُ لَا يُسَبِّبُ بِتَحْطُّمِ الطَّوَّافَةِ. فَالْمَرْوَحَةُ دُونَ طَاقَةٍ تُخَفِّفُ مِنْ سُرْعَةِ دَوْرَانِهَا، وَمَعَهَا تَفْقِدُ قُوَّةَ الرَّفْعِ، فَتَبْدَأُ الطَّوَّافَةُ بِالانْحِدَارِ. لَكِنْ بِهَذِهِ الْحَالَةِ، يَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ الْهَوَاءِ الَّذِي يَمُرُّ عِبرَ المَرْوَحَةِ الرَّئِيسِيَّةِ مِنْ أَسْفَلِ هَيْكَلِ الطَّوَّافَةِ إِلَى أَعْلَاهَا فَيُولَدُ قَلِيلاً مِنْ قُوَّةِ الرَّفْعِ.

إِذَنْ، عَلَى الطَّيَّارِ أَنْ يُبْقِيَ المَرْوَحَةَ (دُونَ طَاقَةٍ) فِي حَالَةِ الدَّوْرَانِ لِسَبَبِ أَنَّ هَذِهِ المَرْوَحَةَ لَهَا مَفْعُولٌ مُشَابِهٌ لَجَنَاحِ الطَّائِرَةِ، وَلِذَلِكَ يَحْتَاجُ الطَّيَّارُ إِلَيْهَا

عِنْدَمَا تَفْقِدُ الطَّوَّافَةُ الطَّاقَةَ وَيَلْبِغُهَا قُوَّةُ الرَّفْعِ (١)، يُنْزِلُ الطَّيَّارُ أَوَّلاً ذِرَاعَ التَّرْجُّحِ كِي يَحَافِظَ عَلَى دَوْرَانِ المَرْوَحَةِ. (٢) لَكِنْ عِنْدَمَا تَكُونُ بِمَحَازَاةِ الْأَرْضِ يَرْفَعُ الذِّرَاعَ لِيَمْكُنَ المَرْوَحَةَ مِنْ تَوَلِيدِ رَفْعٍ كَافٍ لِأَجْلِ تَخْفِيفِ سُرْعَةِ الهُبُوطِ. (٣) ثُمَّ تَأْخُذُ وَجْهَةَ الْاقْتِرَابِ الْمَحْكَمِ (٤) وَيَحْطُّ بِسَلَامٍ.





# أصناف المِراوَح

تعلو أكثر الطَّوافاتِ مِرْوَحةٌ كبيرةٌ ومِرْوَحةٌ أخرى صغيرةٌ مركَّبةٌ على طرفِ الذَّيلِ. تَسْتَمِدُّ المِرْوَحةُ الكبيرةُ الطَّاقةَ من مُحَرِّكٍ أو مُحَرِّكَيْنِ. أمَّا مِرْوَحةُ الذَّيلِ فإنَّها تَسْتَعْمِلُ الوقودَ وطاقةَ المحرِّكِ إنَّما لا تُساعدُ في رَفْعِ الطَّوَافَةِ.

بعضُ الطَّوافاتِ لا تملكُ مِرْوَحةَ ذَيْلٍ لكنَّها تحوي على مِرْوَحتَيْنِ علويَّتينِ تَدُورانِ في اتِّجاهَيْنِ مُعاكِسَيْنِ. فقوَّةُ الدَّورانِ التي تولِّدها كلُّ مِرْوَحةٍ تُلغي الواحدةُ منها قوَّةَ المِرْوَحةِ الأُخرى.

إنَّ هذا له نفسُ التأثيرِ كمِرْوَحةِ الذَّيلِ. فالإلغاءُ يَمْنَعُ الطَّوَافَةَ من الدَّورانِ في الجهةِ المُعاكِسةِ

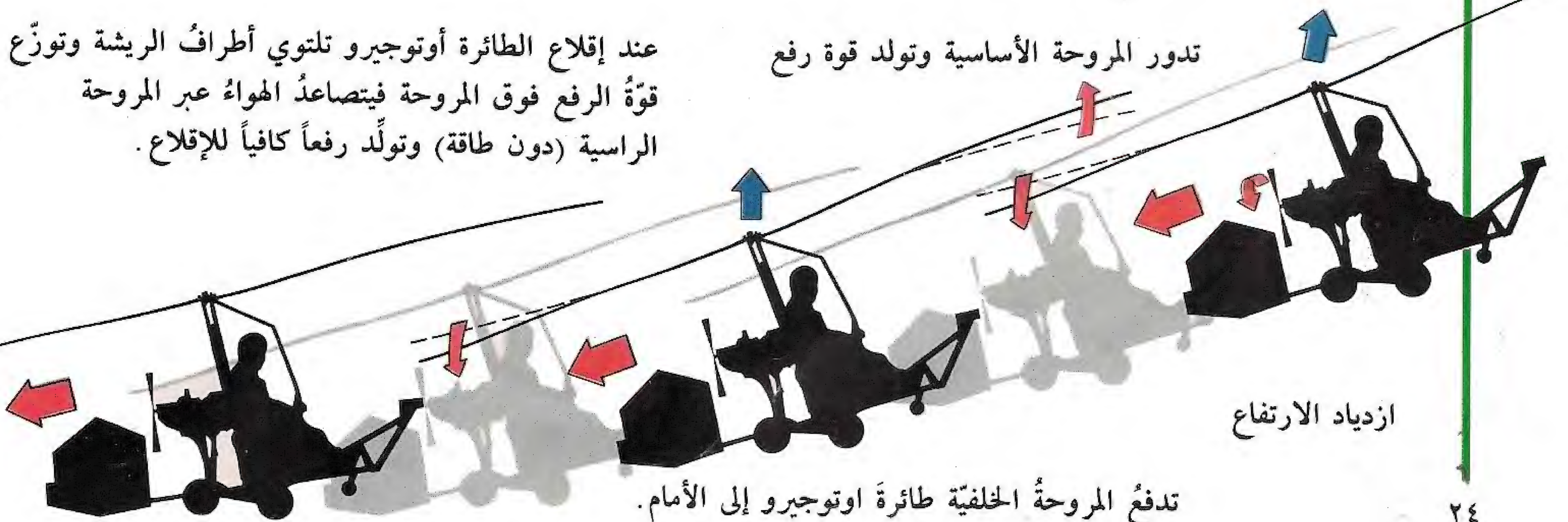
للمِرْوَحةِ الرِّئيسيَّةِ. كذلك يُوجَدُ طِرازٌ آخرٌ من الطَّائراتِ يُسمَّى «أوتوجيرو» (Autogyro) شبيهٌ بالطَّوَافَةِ لكنَّه يَعْمَلُ بطريقةٍ مُختلفةٍ. فالمرَّوَحَةُ العلويَّةُ على «أوتوجيرو» لا يُديرُها مُحَرِّكٌ بل هي تَدُورُ بواسطةَ قوَّتها الذَّاتيَّةِ. عندَ الإقلاعِ، تَدْفَعُ مِرْوَحةٌ صغيرةٌ خَلْفِيَّةُ الطَّائِرةِ إلى الأمامِ فيمُرُّ الهواءُ عَبرَ المِرْوَحةِ الرِّئيسيَّةِ ويجعلُها تَدُورُ. فالأرياشُ الدَّائِرَةُ الآنَ تولِّدُ قوَّةَ رَفْعٍ مِثْلَها مِثْلَ الطَّوَافَةِ وتمكِّنها من الإقلاعِ. تَقْدِرُ هذه الطَّائراتُ أن تَحُطَّ عَمُودِيًّا، لكنَّ لَيسَ بإمكانِها أن تَحومَ في الهواءِ.



تولِّدُ المِرْوَحةُ الأساسيَّةُ (دون طاقة) على طائِرة أوتوجيرو رَفْعاً كافياً للإقلاع.

عند إقلاع الطَّائِرة أوتوجيرو تلتوي أطرافُ الريشة وتوزع قوَّةُ الرَفْعِ فوق المِرْوَحةِ فيتصاعدُ الهواءُ عَبرَ المِرْوَحةِ الراسيَّةِ (دون طاقة) وتولِّدُ رَفْعاً كافياً للإقلاع.

تدور المِرْوَحةُ الأساسيَّةُ وتولد قوَّةَ رَفْعٍ

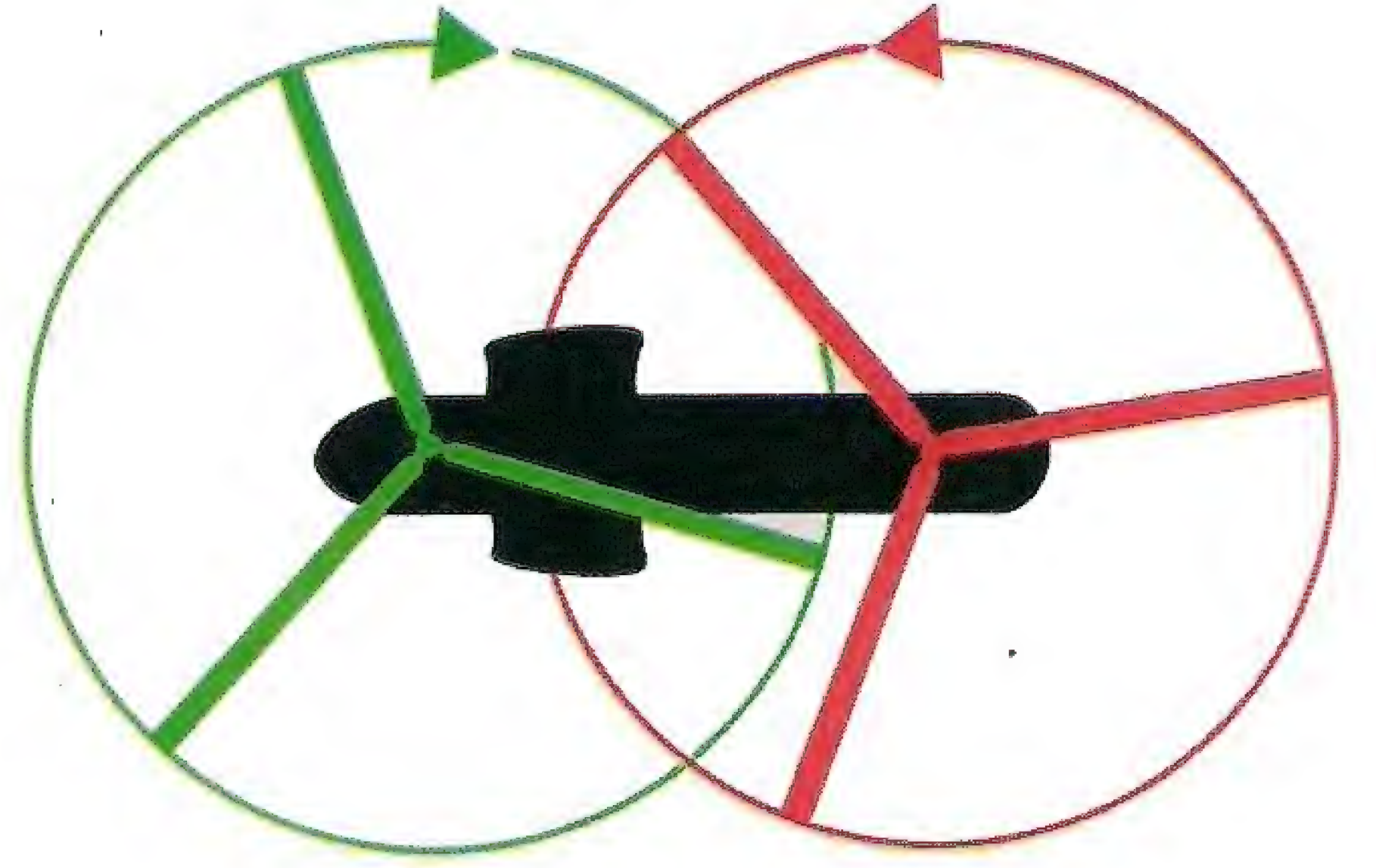


تدفعُ المِرْوَحةُ الخَلْفِيَّةُ طائِرة أوتوجيرو إلى الأمام.

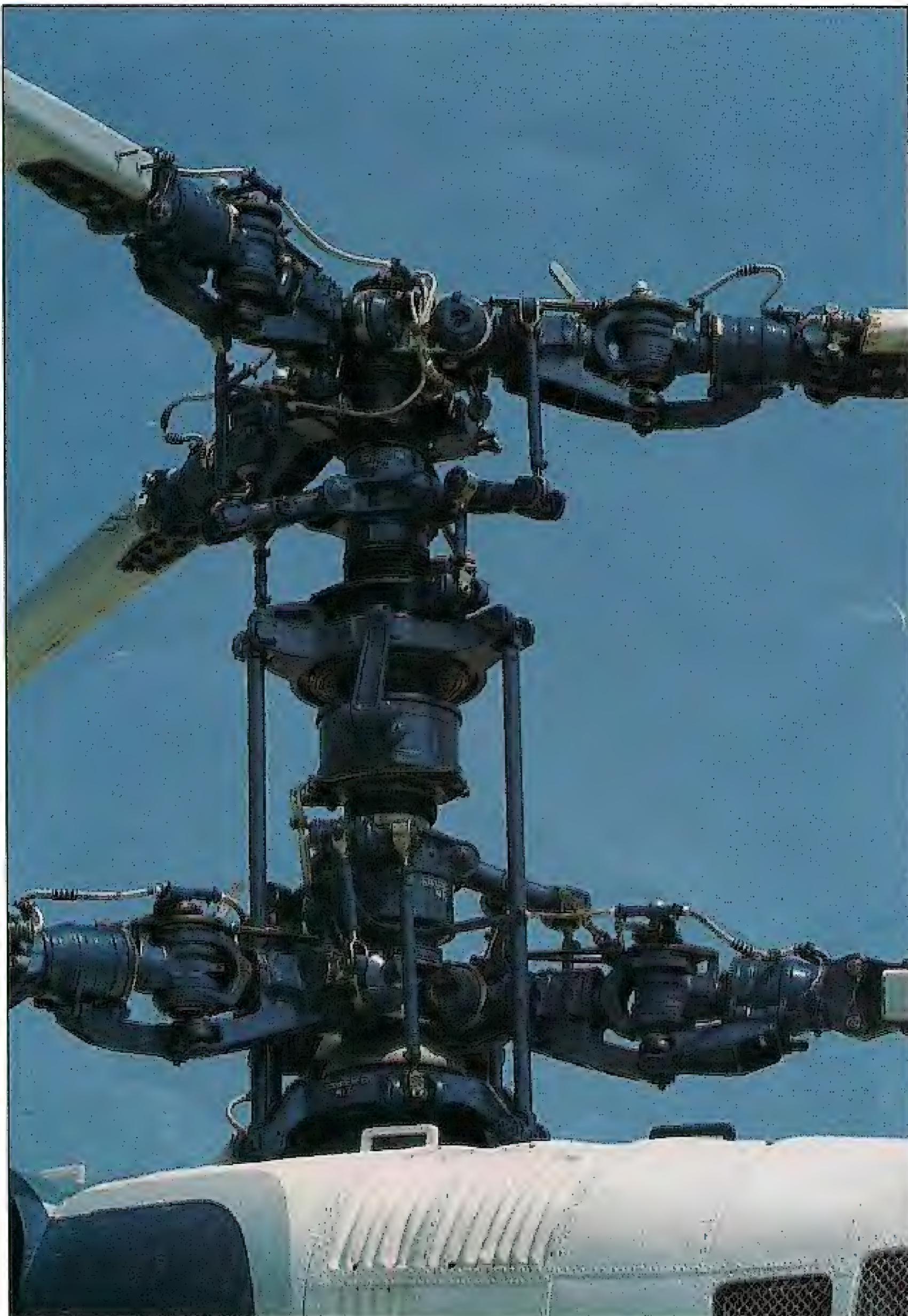




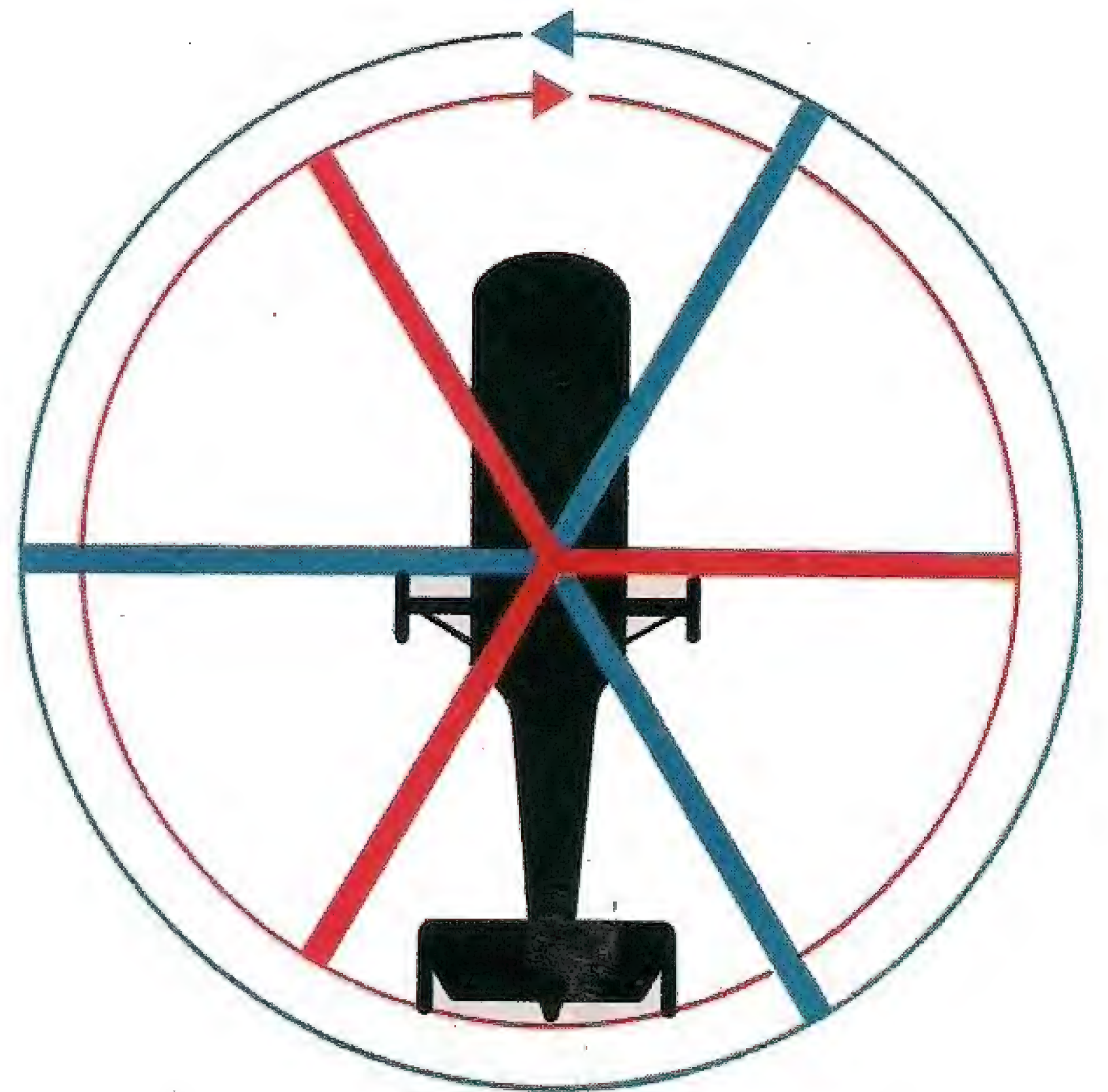
طوافة أميركية صنع بوينغ Boeing مجهزة بمروحتين كبيرتين



طوافة شينوك (Chinook) صنع الشركة الأميركية بوينغ  
مجهزة بمروحتين أساسيتين مركبتين على طرفي الطوافة. إنها  
تُستعمل كناقلة جند وحمل آليات عسكرية أو قطع مدفعية.  
لديها أيضاً القدرة الكافية لنقل طوافات معطلة إلى القاعدة  
للتصليح.



الطوافة السوفياتية Kamov Ka-22 مزودة بمروحتين مترادفتين



إبتكار الريشة المتقدمة (Advancing Blade Concept)  
صنع شركة سيكورسكي الأميركية. هي طوافة حديثة  
تحتوي على مروحتين مركبتين على نفس الرأس الواحدة  
فوق الأخرى وكلاهما تدوران باتجاه عكسي.  
إذا حصل نقص بقوة الرفع أثناء الطيران السريع على جانب  
من إحدى المروحتين تقوم المروحة الثانية بتوليد رفع  
إضافي يعوّض عن خسارة الرفع الحاصل.



# الطَوَّافَاتُ الْمُتَخَصِّصَةُ

تُجمَعُ الطَّوَّافَةُ ذاتُ المروحة المنحنية ما بين النموذجين العاديين وهي تملكُ محركين يدوران عمودياً وأفقيّاً. وسوف تدخلُ الخدمة في سلاح الطيران في التسعينيات، وبقدرتها الإقلاع عمودياً، وتصل سرعتها إلى ٥٦٠ كلم بالساعة. ويظهر الجناح X وكأنه شبيه بالطَّوَّافَة، لكن مروحيته العريضتين والصلبتين تتصرفان كالأجنحة الثابتة. إن تطوير هذا الجناح يتطلب وقتاً طويلاً.

يُطَوَّرُ مُصمِّمو الطائراتِ دوماً نماذجَ جديدةً حيثُ يحاولون جمعَ أحسنِ الميزاتِ الموجودةِ في الطَّوَّافَاتِ والطائراتِ ذاتِ الجناحِ الثابت. تصعدُ الطَّوَّافَاتُ عمودياً لكنها لا تقدرُ أن تطيرَ أكثرَ من ٤٠٠ كلم بالساعة. أمّا الطائراتُ ذاتُ الجناحِ الثابتِ فبوسعها أن تطيرَ أكثرَ من ٢٠٠٠ كلم بالساعة. إنّما ليستُ قادرةً على الصُّعودِ عمودياً كالطَّوَّافَة. فقط طائرةٌ واحدةٌ تُقلعُ عمودياً وهي: (Harrier Jump-jet).



الجناح X طائرة حديثة طورتها شركة سيكورسكي الأميركية

تزيدُ بارتفاعها وتطيرُ إلى الأمام

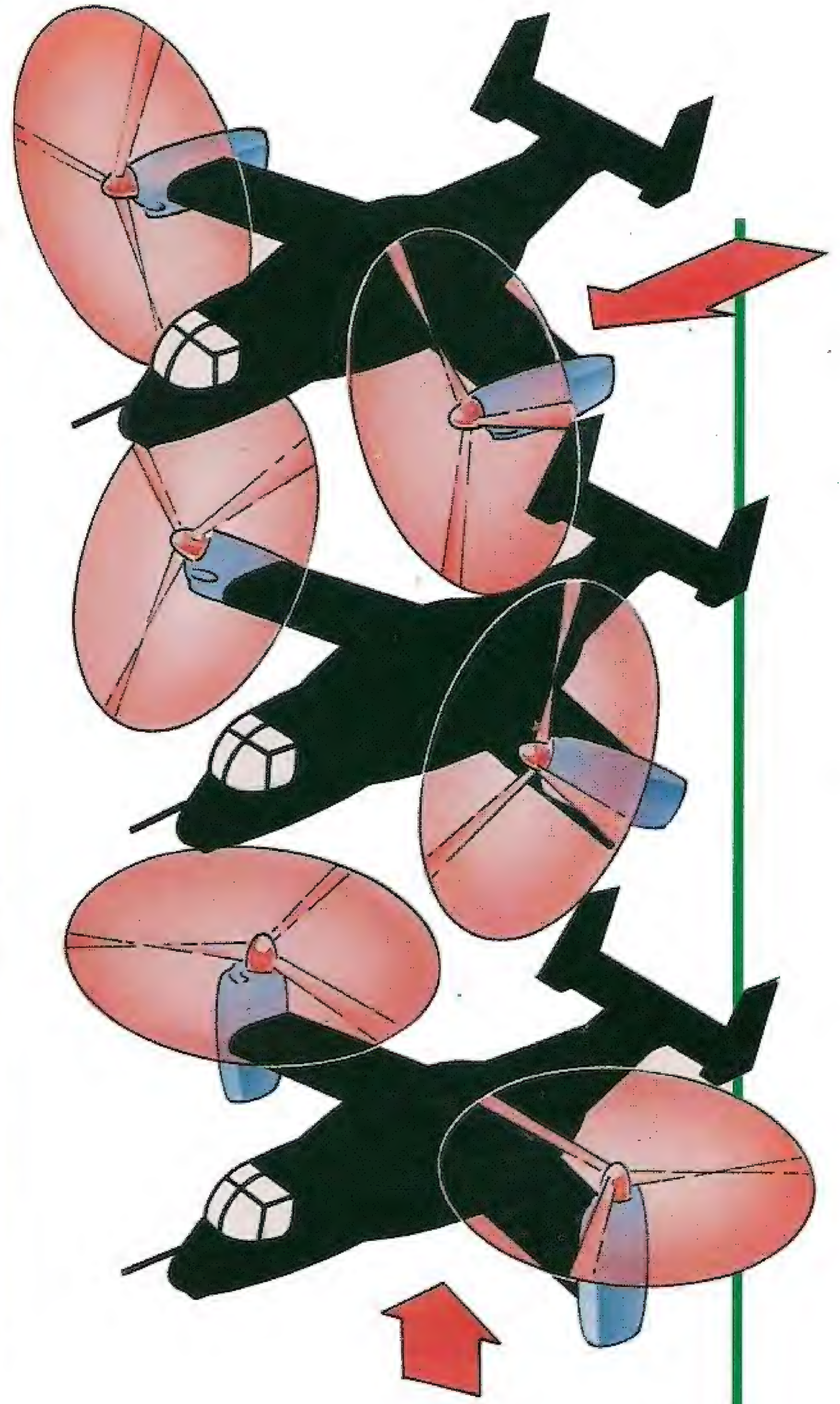
تُقلعُ طائرةُ جناح X  
كما تُقلعُ الطَّوَّافَة





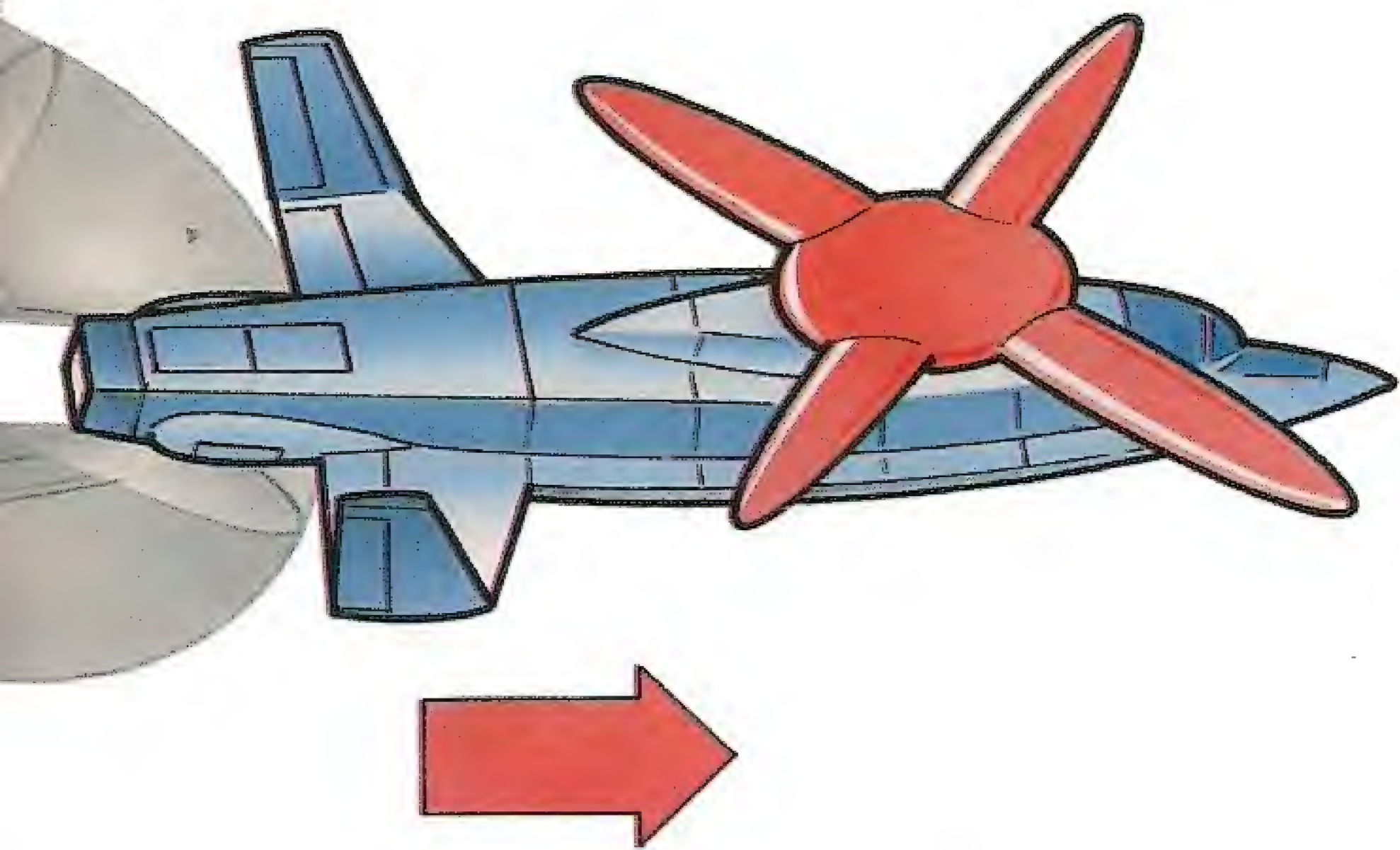


الطيارة «ف ٢٢ العقاب» (V-22 Osprey) مجهزة بمروحة مائلة.



تتجه قوة الدفع إلى الوراء فتطيرُ حينئذٍ مثل الطائرة العادية حيث تقدم الأجنحة قوة الرفع الضرورية (٣). وعند الهبوط يعود محركاها ومروحتاها إلى الوضع العمودي.

تقلع الطائرة «عقاب» (Osprey) ذات المروحة المنحنية عمودياً عند تشغيل المروحتين (١). وتدارُّ الأرياش لتعديل مقدار قوة الرفع التي تنتجها. فائثناء الطيران تميل المحركات ببطء نحو الأمام (٢) إلى أن



عندما تبلغ السرعة المطلوبة تتوقف المروحة عن الدوران.

الجناح X هو نموذج جديد من الطائرات ولا يعد كطوافة أو كطائرة. تقلع كما تقلع الطوافة بدوران أجنحتها الأربعة، لكن أجنحتها لا تدور كما تدور مراوح الطوافة. وبما أن من المستحيل تميل قرص المروحة فيجب عندئذ أن تستعمل الدفع النفاثي أو الفراش لتطير إلى الأمام. وعندما تصل سرعة الطيران إلى حد كافٍ تتوقف الأجنحة عن الدوران، وتعمل كأنها أجنحة ثابتة. وبالإضافة إلى كل هذا، تستطيع هذه الطائرة أن تزيد من سرعتها حتى تصل إلى معدل ٨٥٠ كلم بالساعة.

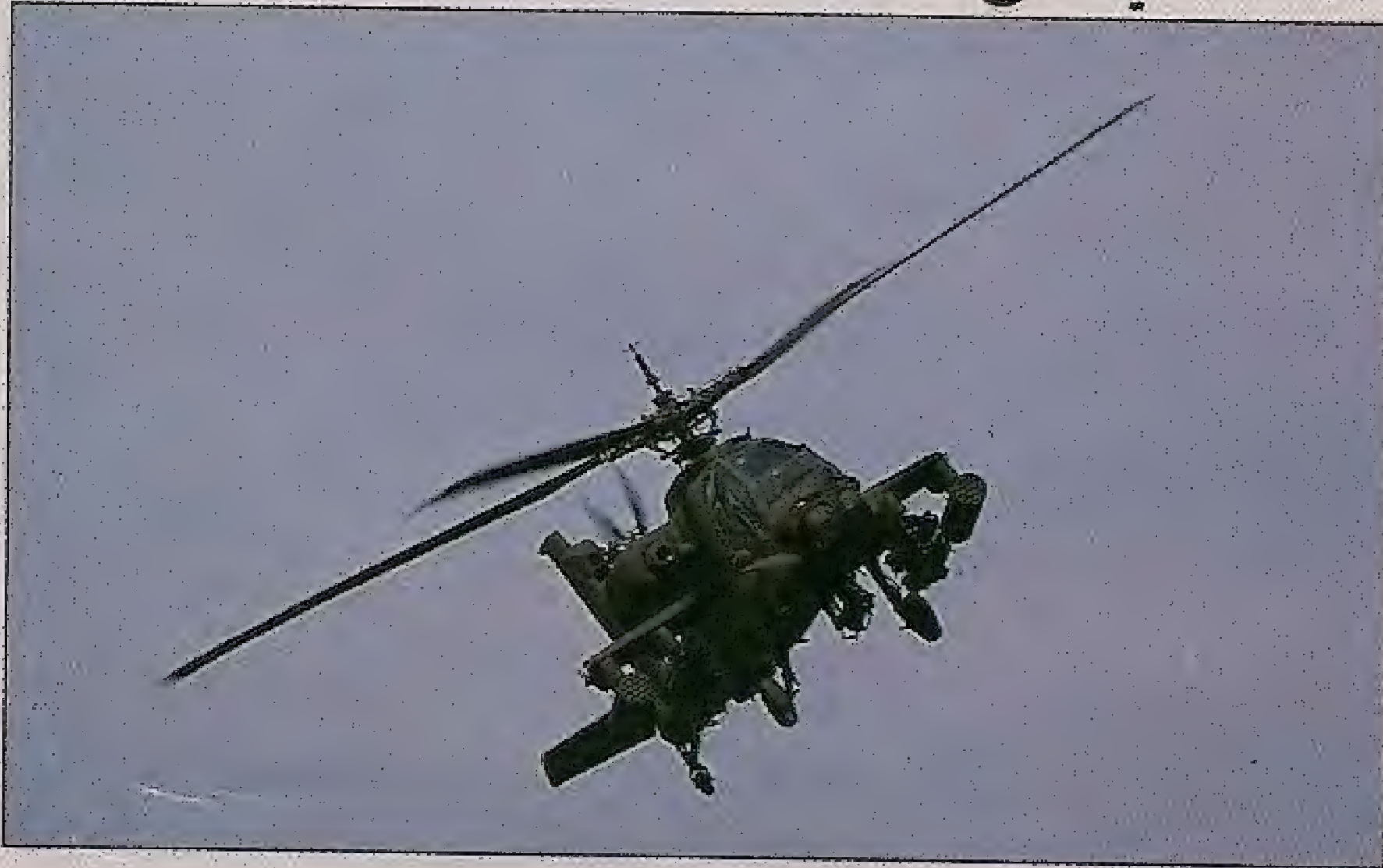


# تاريخ الطوافات

قام الفنان والمهندس ليوناردو دافنشي في القرن الخامس عشر برسم آلة طائرة شبيهة بالطواف. وبين الرسم أداة سُميت مِرْوَحَةُ الطَّائِرَةِ مَهْمَّتُهَا توليد قوَّة زَفْعٍ. فهذه الأداة تقوم مقام أرياش المِرْوَحَةِ التي تستعملها الطَّوافَات حَالِيًا. على أيِّ حالٍ، لم يكن لها القدرة أن تُقَلِّعَ بنجاحٍ.

صُنِعَتِ الطَّوافَات في السَّنَاتِ الأولى للقرن العشرين. وفي عام ١٩٠٧، أي بعد أربع سنواتٍ من قيام الأخوين رايت بأول تجربة طيرانٍ على آلة أثقل من الهواء، رَفَعَتِ أوَّلُ طَوَّافَةٍ صُنِعَتْ: (Bre-

طوافة أباشي صنع شركة هيوز (AH-64 Apache)



gnet-Richet Gyroplane No.1). رجلاً، لكنها ظلَّت تتأرجح بشدَّة حتَّى احتاج الأمر إلى جهود أربعة رجالٍ سيطروا عليها بواسطة الحبال وفي الثلاثينيات أخذتِ الطَّوافَةُ الحديثة شكلها النهائي. كانتِ الطَّوافَةُ (Bregnet-Dorand 314) المصنوعة عام ١٩٣٦ الأولى باستعمال أجهزة التحكم الجماعية والدَّورِيَّة.

وفي عام ١٩٣٩ قامَ الأميركي من أصل أوكراني ايجور سيكورسكي بعرضِ طَوَّافَةٍ مُجَهَّزَةٍ بِمِرْوَحَةٍ أساسية واحدة ومِرْوَحَةٍ أصغر مُركَّبة على الذَّيْل. ولا يزال هذا التصميم معمولاً به.

لم يُصنَّعْ أو يُستعمل إلا القليل من الطَّوافَات إبَّان الحرب العالمية الثانية. لكن بعد الحرب، تمَّ

## وقائع وأرقام

### أثقل حُمولة

أثقل شحنة حَمَلَتْها الطَّوافَةُ السوفياتية (MIL MI-26 «Halo» عام ١٩٨٢. فمروحتها الرئيسية مزودة بشمان أرياش تستمدُّ الطاقة من مُحَرِّكَيْن ذات قوَّة دَفْعٍ تبلغ ١١٠٠٠ حصان. وقد تمكَّنت من رفع ٥٦,٧٧ طنًا مترياً إلى علو ٢٠٠٠ متر.

### أضخم طَوَّافَةٍ

أضخم طَوَّافَةٍ في العالم هي السوفياتية (MIL MI-2 «Homer»). ومعروفة أيضاً تحت الرَّمز (V-12) عرضها عبر المروحتين ٦٧ متراً، طولها ٣٧ متراً، ووزنها ١٠٣,٣ أطنان.

### أسرع طَوَّافَةٍ

ضربتِ الطَّوافَةُ الأميركية المحسَّنة «وستلاند لينكس» (Wes-land Lynx) الرِّقْمَ القياسيَّ بالسَّرعَةِ. فأرياشُ مِرْوَحَتِهَا مُصمَّمةٌ خصيصاً لبلوغ سرعة ٢١٦ عقدة (٨٧,٤٠ كلم) بالسَّاعة وقد حقَّقتها في شهر آب ١٩٨٦.

### أعلى ارتفاع

حقَّقتِ الطَّوافَةُ الفرنسية الصَّنْعِ (SA-315B Lama) إنتاج شركة (Aérospatiale) إرتفاعاً يبلغ ١٢,٤٤ كلم في حزيران ١٩٧٢.

### أول رُخصة قيادة

أول رُخصة لقيادة الطَّوافَات مُنِحَتْ بتاريخ ١٤ آذار ١٩٤٧ لقائد جناح في سلاح الطيران ريجنالد براي الذي كان يعمل سابقاً في شركة سيرا أوتوجيرو كطيارٍ أول في اختبار نماذج الطَّائِرَات الجديدة.

### أول مطارٍ طَوَّافَات

افتُتِحَ أوَّلُ مطارٍ للطَّوافَات في العالم على رصيف رقم ٤١ في ميناء نيويورك في ٢٣ أيار ١٩٤٩.

### أول تجربة طيرانٍ ناجحةٍ لطائرة أوتوجيرو

قامَ المهندس الإسباني جوان دي سيرا في ٩ كانون الثاني ١٩٢٣ بأول تجربة ناجحةٍ على الطَّائرة أوتوجيرو طراز (C.4). كانت تشتمل على مِرْوَحَةٍ مُركَّزة على هيكل طائرة ذات مُحَرِّكٍ واحدٍ.



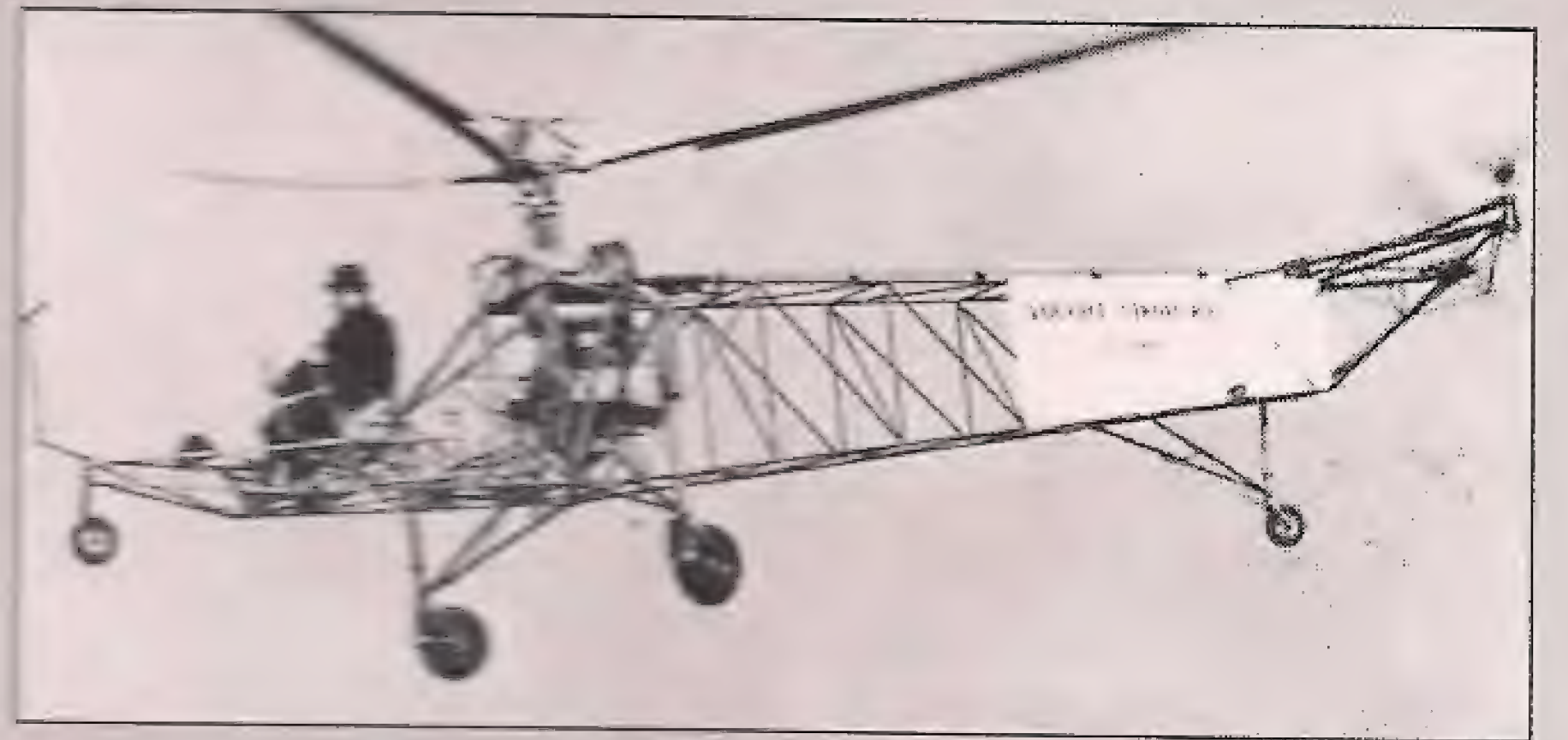
كذلك خلال الحرب الفيتنامية قامت الطوافات لأول مرة بمهاجمة الدبابات إلى أن أصبحت السلاح الأكثر فعالية ضد الدروع. قادت هذه الإنجازات المرضية إلى تصميم طوافات متقدمة وسريعة تقوم بمناورات حربية بارعة مثل الطوافة الأميركية الصنع إنتاج شركة هيز (AH-64 Apache) وكذلك السوفياتية (MIL MI-24 «Hind»).

رسم الطوافة لليوناردو دافنشي



وما أن الغواصات أخذت تلعب دوراً فعالاً في الحروب الحديثة كان من الضروري تطوير طوافات مضادة لها، ومنها الطوافة المضادة للغواصات: «ملك البحر» (Sea King) فهي مزودة بسونار لاكتشاف مواقع غواصات العدو.

لقد أصبحت الطوافات سلاحاً فعالاً وخطراً وأحسن سلاح بقي لتدميرها هو استعمال طوافة صغيرة سريعة ومناورة للقضاء عليها. ومع هذا، ستبقى طوافات الركاب عابرة على خطوط النقل القصيرة المدى تنقل الكافرين من المطار إلى قلب المدينة، فتخط على قنطرة مخصصة لها تسمى مطار الطوافات (Heliport) التي غلب لا تقدر أن تسجّر الطائرات العادية. وربما في الصعوبات تدخل الخدمة الطائرات ذات المروحة المرحبة.



أول طوافة سيكورسكي (V3-300) عام ١٩٣٩

تطوير محرك جديد سمي العمود التوربيني حيث فتح الطريق في الخمسينات لإدخال تحسينات متلاحقة في تصنيع الطوافات. وعند اندلاع الحرب الكورية (١٩٥٠-١٩٥٣) استُخدمت لأغراض إنسانية. كذلك الأمر، استُخدمت الطوافات إبان الحرب الفيتنامية (١٩٦٠-١٩٧٠) وما بعد، بمهام مختلفة. ففي هذه الحرب كانت طوافات «هوي» (Bell «Huey» and «Chinook» تنقل الجنود من ساحة القتال وتُجلب التعزيزات اللازمة عند الضرورة. وأثناء حرب فيتنام أيضاً أدخلت لأول مرة الطوافة المسلحة «هوي - كوبرا غانшип» (Huey Cobra «gunship» وتشتق كلمة «هوي» من اسم الطراز الأول المصنوع ١٩٥٥ (HU-1A).

استعمال طوافة «بل هوي» (Bell Huey) في حرب فيتنام





# مَسْرَد لأهمّ المصطلحات التقنية

**Aerofoil** سطح انسيابي هوائي  
سطح يشبه جناح الطائرة لكنّه مصمّم بشكل خاص لتوليد قوّة الرّفع.

**Altimeter** مقياس الارتفاع  
أداة لقياس وتحديد مدى علوّ الطائرة.

**Autogyro** أوتوجيرو  
طائرة تستعمل مروحة رأسيّة (دون طاقة) لتولّد قوّة الرّفع ومروحة ثانية تعمل على الطاقة تدفعها إلى الأمام.

**Bird** الطّير  
عبارة بالّلغة العاميّة تعني الطّوّاف.

**Chopper** القطاعة  
عبارة أخرى بالّلغة العاميّة تعني أيضاً الطّوّاف.

**Cockpit** حجرة الطيّار  
قسم من الطّوّاف مخصّص للطيّار وأجهزة السيّطرة.

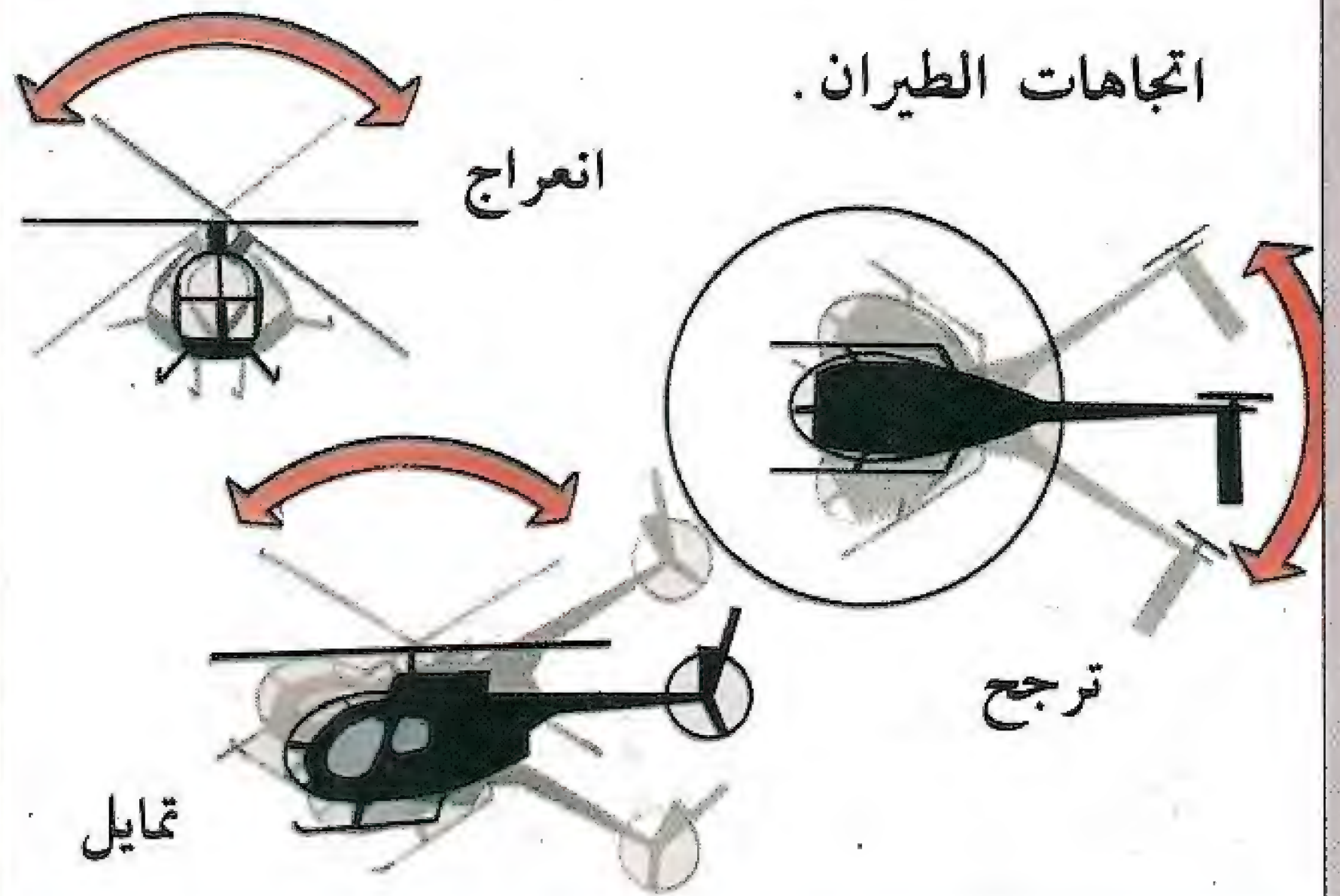
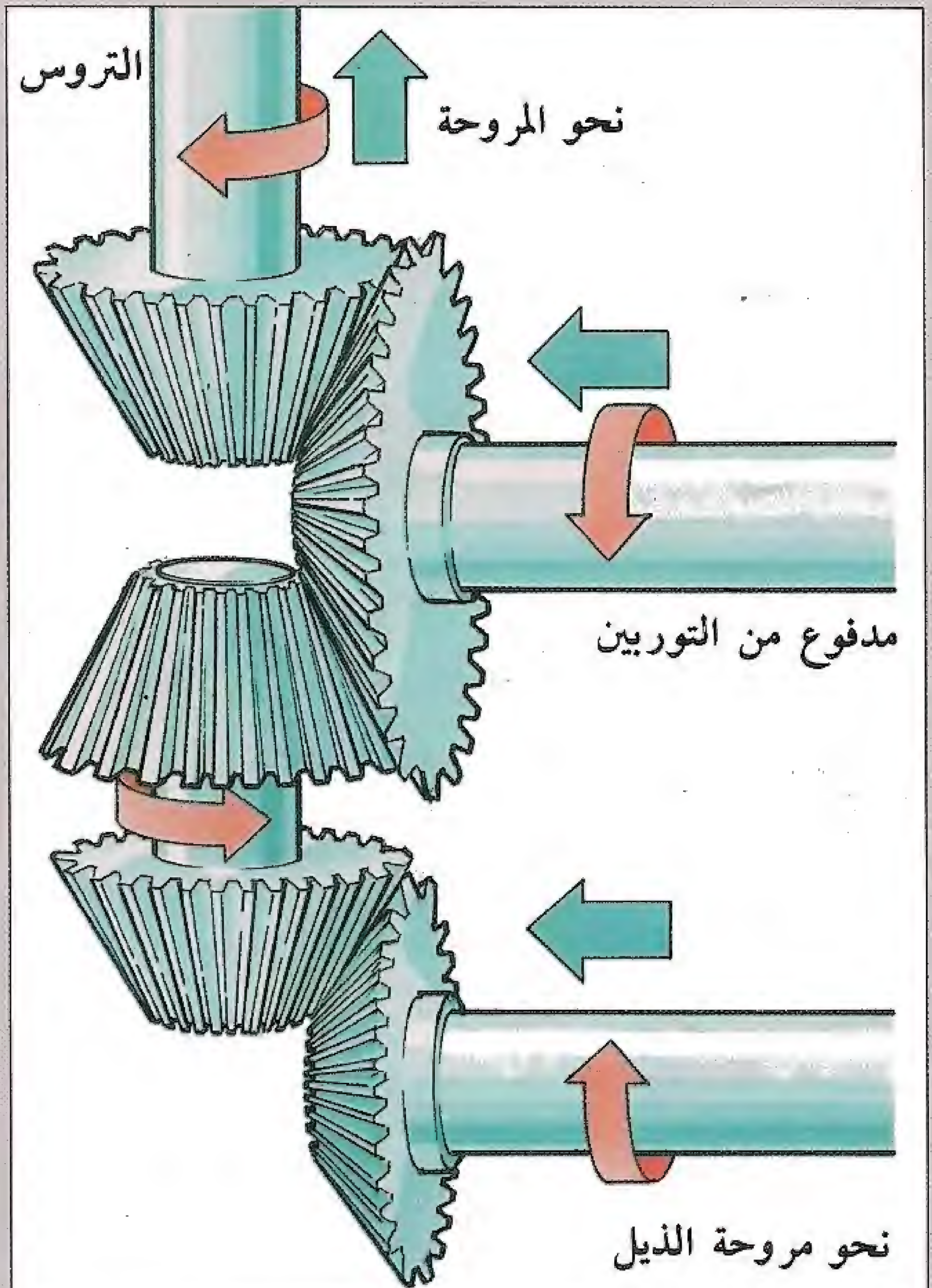
**Collective** جماعيّ  
جهاز يستعمل لتعديل زوايا أرياش المروحة.

**Combustion Chamber** حجرة الإحتراق  
جزء من المحرّك يمتزج فيه الهواء مع الوقود فتتمّ عملية الإحتراق.

**Cyclic** دوريّ  
ضابط يستعمل لتغيير اتجاه الطّوّاف.

**Drag** المقاومة  
قوّة تقاوم حركة جسم ما وتحاول أن تخفّف من سرعته.

**Gearbox** علبة تروس السرعة  
عدد من العجلات المسنّنة موصولة بعضها ببعضها





الآخر، تُستعمل لتعديل السرعة وتحويل الطاقة إلى العمود الدائر.

### الشحن Payload

حمولة، رُكَّاب، أسلحة، أو أي وزن إضافي تحمله الطوافة.

### إرتفاع وانحدار Pitch

حركة ارتفاع أو انحدار أمامية لمروحة الطوافة.

### تروس تخفيض السرعة Reduction Gearbox

علبة تروس تُستعمل لتخفيض السرعة ولزيادة الطاقة إلى العمود الدائر.

### التمايل Roll

الإنحراف من جهة أو أخرى.

### المروحة Rotor

مجموعة من الأرياش تدور بسرعة حول محور رئيسي.

### ريشة المروحة Rotor Blade

إحدى القطع التي تُشكل المروحة، طويلة، وعادةً مرنة، شبيهة أيضاً بجناح الطائرة.

### قرص المروحة Rotor Disc

قرص وهمي يكونه الدوران السريع لأرياش المروحة.

### قرص متراوح Swash Plate

جهاز لنقل حركات الضوابط الدورانية والجماعية الموجودة في حجرة الطيار لإجراء تغييرات في زوايا أرياش المروحة.

### المخنق Throttle

ضابط يُستعمل في تعديل كمية الوقود التي تُغذي المحرك فتزداد سرعته عند فتح المخنق.

### الدفع Thrust

القوة الدافعة للمحرك، للفرش، والمروحة.

### المروحة المنحنية Tilt-Rotor

طراز جديد من الطائرات. بوسع مجموعة المحرك والمروحة أن تميل كي تولد رفعاً عمودياً أو دفعاً أفقياً.

### التوربين Turbine

فراش مركب من عدة أرياش ومركز داخل محرك الطائرة، يُديره تيار هوائي أو غازات ساخنة صادرة من حجرة الاحتراق.

### اضطراب هوائي Turbulence

تمنع التيارات الهوائية المتقلبة الهواء من المرور بسهولة عبر جناح الطائرة أو ريشة المروحة.

### الرافع Winchman

أحد أفراد الطاقم مسؤول عن تشغيل الرافعة المزودة بكرة تعمل على الطاقة.

### الجناح X-wing X

نوع جديد من الطائرات يستخدم جناحين عريضين وصلبين للإقلاع العمودي مثل الطوافة. وبقدرة هذه الطائرة توقيف الأجنحة الدائرية والطيران إلى الأمام مثل الطائرة ذات الجناح الثابت.

### الإنحراف Yaw

حركة انحراف إما إلى جهة اليسار أو جهة اليمين مثلها مثل السيارة عندما تنعطف في زاوية الشارع.



# فهرس المصطلحات

٣١	١٠ ، ١٦ ، ١٧ ، ٢٤ ، ٢٥ ، ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٩	إبتكار الريشة المتقدمة (ABC) ٢٥
ق ٢٢ العقاب ٢٦	السرعة ١٤ ، ١٧ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٨ ، ٢٩	الأجنحة ٤ ، ١٠ ، ١١ ، ٢٣ ، ٢٦ ، ٢٧ ، ٣٠
ف ٣ - ٣٠٠ (V3-300) ٢٩	السلامة ٨ ، ٢٢	أجهزة الملاحة والاتصالات ٤ ، ٢١
القرص المتراوح ١٠ ، ١٧ ، ٣١	سيكورسكي ايغور ٢٩	الأدوات ٢٠ ، ٣٠
قرص المروحة ١٠ ، ١١ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٦ ، ١٧ ، ٢٦ ، ٣١	شركة «بل» الأميركية طراز ٢٢٢	أذرع دواسات السيطرة ٤ ، ١١ ، ٢٠ ، ٢١
قضيبي الدفع (عمود نقل الحركة) ٤ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢	وطراز ٢٠٦ ب ١٠ ، ١٥	أرياش المروحة ٤ ، ٥ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٨ ، ٢٩ ، ٣١
قنبرة ٨	الضوابط الجماعية للسيطرة على الترحج ٤ ، ١١ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢٣ ، ٢٩ ، ٣٠	اضطرابات هوائية ١٩ ، ٣١
كاموف كا-٢٢ ٢٥	الطاقة ٨ ، ١٢ ، ١٧ ، ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٨	الإقلاع ٥ ، ١٠ ، ١١ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٧
كروسين ٨	الطاقم ٥ ، ٢١ ، ٣١	أوتوجيرو ٢٤ ، ٢٨ ، ٣٠
ليما ٢٨	طوافة «أبشي» ٤ ، ٥ ، ٧ ، ١٦ ، ١٧ ، ٢٨	أوتوجيرو (شركة سيرفا) ٢٨
مجرى الهواء ١٠ ، ١١ ، ١٤ ، ١٧ ، ١٩ ، ٢٣ ، ٢٤	طوافات الإنقاذ ٧ ، ١٣ ، ٢٥ ، ٢٨	بريغنه دوراند ٢٨
المحركات ٤ ، ٥ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ٢٠ ، ٢١ ، ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٩	طوافات ركاب ٦ ، ٧ ، ١٨ ، ٢٧ ، ٢٨	بريغنه ريشيه جيروپلاين ٢٨
المخنق ٢٠ ، ٣١	الطوافات العسكرية ٤ ، ٥ ، ٧ ، ١٧ ، ٢٥ ، ٢٧ ، ٢٨ ، ٢٩	بوينغ شينوك ٧ ، ٢٥ ، ٢٩
المروحة المنحنية ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٨ ، ٣١	طوافات المراقبة ١٧	التحويم ١٢ ، ١٣ ، ٢٠ ، ٢٣
مساعد الطيار ٤ ، ٢١	الطيار ٤ ، ١١ ، ١٣ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢٢ ، ٢١	التقلب ١٦
مطارات الطوافات ٢٨	الطيران إلى الأمام ١٤ ، ١٥ ، ٢٢ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٧	التوربين ٨ ، ٣١
المفاصل القلاية ٤ ، ٨	الطيران إلى الورا ١٦ ، ٢٠	الثبات ١٣ ، ١٤ ، ١٩ ، ٢١ ، ٢٩
المقاومة ٣٠	الطيران رأساً على عقب ١٦	جناح X ٢٦ ، ٢٧ ، ٣١
ملك البحر ٦ ، ٧ ، ١٢ ، ٢٨	العادم ٤ ، ٨	حالة طارئة ٢٢ ، ٢٣
المناورات ١١ ، ١٦ ، ١٧ ، ٣١	عصا القيادة الدورية ١٣ ، ١٦ ، ١٧ ، ٢٠ ، ٢٩ ، ٣٠	حجرة الاحتراق ٨ ، ٣٠
ميل السوفياتية ٢٨	علبة سنون السرعة ٤ ، ٩ ، ١٢	حجرة الطيار ٤ ، ٢١ ، ٣٠
الهبوط ٤ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٥ ، ٢٦		الحجم ٢٨
الهبوط الانحداري ١٩		الحمولة ٤ ، ٧ ، ٢٨ ، ٣١
هوي كوبرا ٧ ، ٢٩		دوفين ٢١
الهيكل ٤		الذيل ٤ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٦ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢٤
وستلاند لينكس ١٦ ، ٢٨		رأس المروحة والمراوح ٥ ، ٩
الوقود ٧ ، ٨		



هذا الكتاب من مسح الكتروني وتحويل الى صيغة بي دي اف ورفع على شبكة الانترنت  
يرجع الفضل الى الله أولا ثم الى الاستاذ أشرف عمر سمور -فلسطين لصالح موقع عرب

كوميكس

**Ashraf Omar Samour**

***Arab Comics***



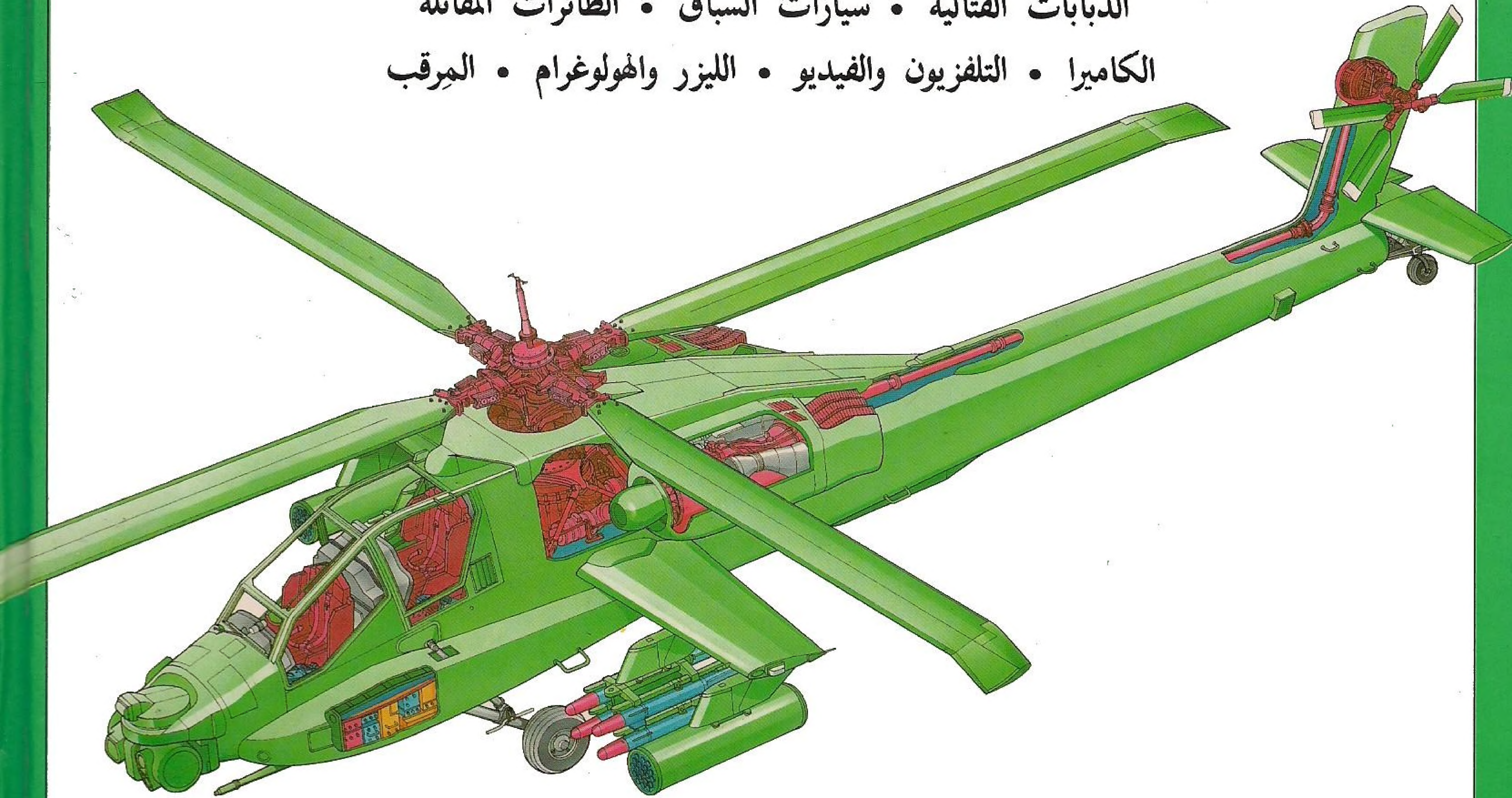


# كيف تعمل

ما الذي يجعل الطوّافات تطير؟ لماذا أضيف  
للسيّارات شحّان توربينيّ؟ كيف تتمكّن الغوّاصة من الغطس؟  
تتناول هذه السلسلة الجديدة للفتيان مواضيع الآلات المعاصرة  
انطلاقاً من الدّراجة الناريّة حتى المكوك الفضائي.  
لماذا وجدت؟ كيف تُستعمل؟ وكيف تعمل؟  
وباستعمال الصور الملوّنة والرسوم التوضيحيّة والنصوص التقنية السهلة  
يصبح كلّ كتاب منها دليلاً علمياً كاملاً ومبسّطاً لأهمّ الانجازات الآليّة.

## عناوين السلسلة

الدّراجات الناريّة • الغوّاصات • المكوك الفضائي • الطوّافات • الشاحنات  
الدبّابات القتالية • سيّارات السّباق • الطائرات المقاتلة  
الكاميرا • التلفزيون والفيديو • الليزر والهولوغرام • المِرْقَب



مَنشورات :

دار المجاني

بيروت - لبنان



التوزيع :  
المكتبة الشرقية - ساحة النجمة  
ص.ب. : ١٩٨٦ - بيروت - لبنان

